MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

“PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO”

PRE APROBACIÓN

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL (MIA-R)

(CONSULTA PÚBLICA)

“PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO”

GENERAL

SOSTENIBILIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

2026-JULIO

Nombre del Proyecto:	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO
CLAVE:	IX-T00-CICA-02-V00-EST-MIA-MA-0003-S00

Realizado por:	RIT/MHG/BMC	Fecha: 24-JULIO-2026
Revisado por:	SVC	Fecha: 24-JULIO -2026
		Fecha: 24-JULIO -2026
Aprobado por:	JMM	Fecha: 24-JULIO -2026

No de Revisión	Descripción	Páginas
0A	Emisión Inicial	602

TABLA DE CONTENIDO

1. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental y descripción del proyecto 5

1.1 Proyecto 5
1.2 Promovente 5
1.3 Responsable del estudio de impacto ambiental 5
1.4 Ubicación del proyecto 6
1.5 Superficies generales del proyecto. 49
1.6 Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias 50
1.7 Características particulares del proyecto 56
1.8 Descripción de las actividades a realizar. 114
1.9 Tipo de obra o actividad. 144
1.10 Costos del proyecto. 145
1.11 Duración estimada del proyecto. 145
1.12 Tabla resumen de características del proyecto. 147
1.13 Estudios de campo y gabinete 161

2. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo 171

2.1 Leyes y Reglamentos 171
2.2 Instrumentos de planeación 187
2.3 Zonas de importancia biológica y/o ecológica 291
2.4 Normas Técnicas Estatales Ambientales (NTEA) 297
2.5 Tratados Internacionales 298
2.6 Incidencia en zonas de valor histórico, arqueológico o cultural. 304

3. Descripción de la Región Ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada 305

3.1 Elementos utilizados para la delimitación de la región o regiones ecológicas de acuerdo con las características y alcances del proyecto 305
3.2 Caracterización de la Región Ecológica 314
3.3 Diagnóstico ambiental 523

4. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración. 525

4.1 Impactos ambientales 525
4.2 Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales. 545
4.3 Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas 553

5. Anexos. Instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en la MIA. 558

5.1 Método para delimitar la Región Ecológica (Delimitación del área de estudio). 558
5.2 Caracterización de la Flora y Fauna: 558
5.3 Evaluación de impactos ambientales 564
5.4 Metodología de evaluación del paisaje 565
5.5 Identificación de los impactos. 567
5.6 Criterios de evaluación. 574
5.7 Criterios de Evaluación de Matriz de Importancia. 577

6. Literatura Consultada 581

1. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental y descripción del proyecto

1.1 Proyecto

1.1.1 Nombre del proyecto

Proyecto Integral para la construcción del Corredor con autobuses de alta capacidad tipo Trolebús en Ixtapaluca, Estado de México

1.2 Promovente

1.2.1 Nombre o razón social

Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado (ATTRAPI)

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

Protegido por Artículos 113 y 116 LGTAIP

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Protegido por Artículos 113 y 116 LGTAIP

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Protegido por Artículos 113 y 116 LGTAIP

1.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

Protegido por Artículos 113 y 116 LGTAIP

1.4 Ubicación del proyecto

1.4.1 Entidad federativa

Estado de México

1.4.2 Municipios

Ixtapaluca y Valle de Chalco

1.4.3 Calle y número, código postal y localidad

No aplica

1.4.4 Imágenes de ubicación del proyecto

En la siguiente figura se puede observar la ubicación general del proyecto, el cual se ubica en su mayor extensión dentro del municipio de Ixtapaluca, así como en menor extensión dentro del municipio de Valle de Chalco.

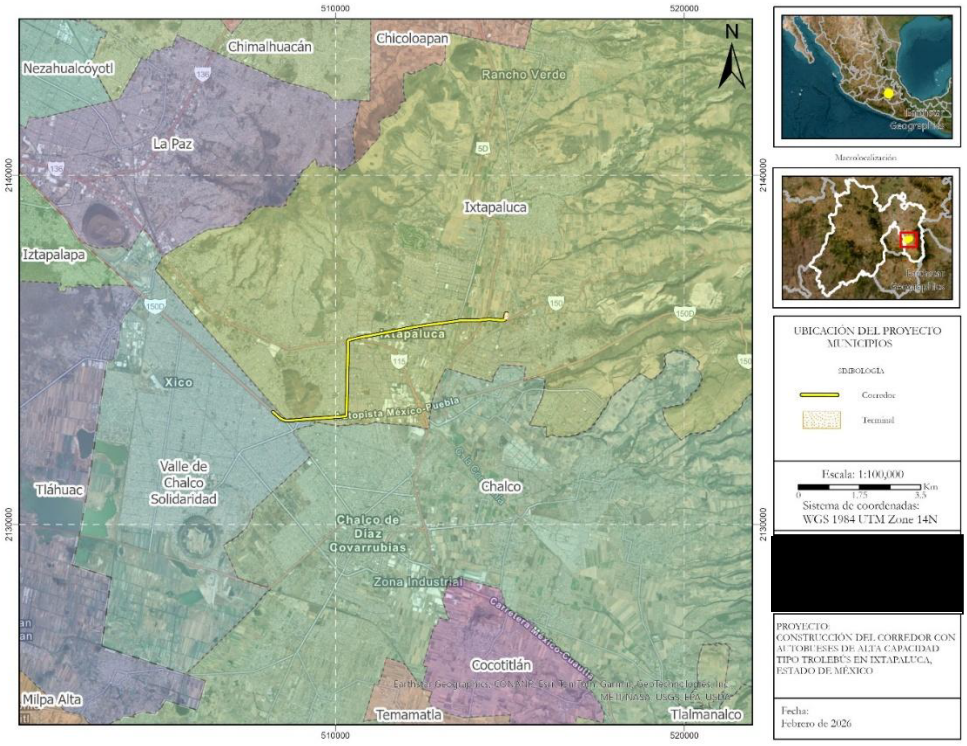


Figura 1. Ubicación del proyecto en los municipios de Ixtapaluca y Valle de Chalco.

En las siguientes figuras, se puede ver el detalle de las obras que se pretenden realizar. El desarrollo del proyecto iniciará en el tramo comprendido entre las estaciones “Puente Blanco” y “Parque Tejones” de la Línea 11 (Sta. Marta-Chalco)

actualmente en funcionamiento (km 27.5 de la Autopista México-Puebla), ahí se realizará la conexión con la construcción de la estación “Caseta Vieja” contemplada en este proyecto, el trazo continuará por los carriles antiguos de la autopista México-Puebla, que se encuentran fuera de servicio, siguiendo por la misma trayectoria hasta pasar por debajo del puente de “Tlapacoya”, continuará por un viaducto elevado, contemplado en este proyecto, para cruzar la arteria vial de la Autopista México-Puebla dirección hacia la Ciudad de México, para continuar por la Av. Santa Bárbara hasta llegar al cruce con la carretera internacional y continuar por ella hacia el oriente, concluyendo su trayecto en el cruce con la Av. San Buenaventura.

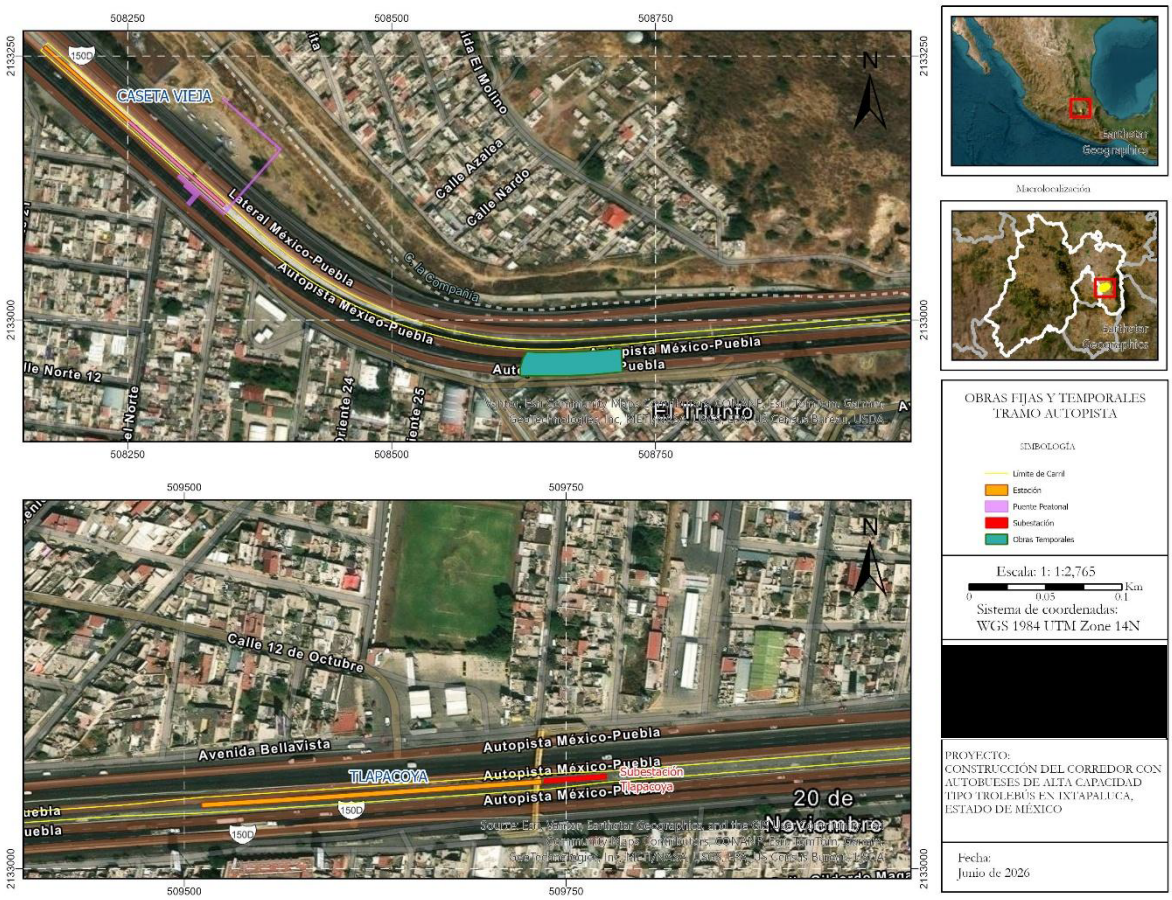


Figura 2. Tramo Autopista (Estaciones Caseta Vieja y Tlapacoya).



Figura 3. Tramo Viaducto Elevado.

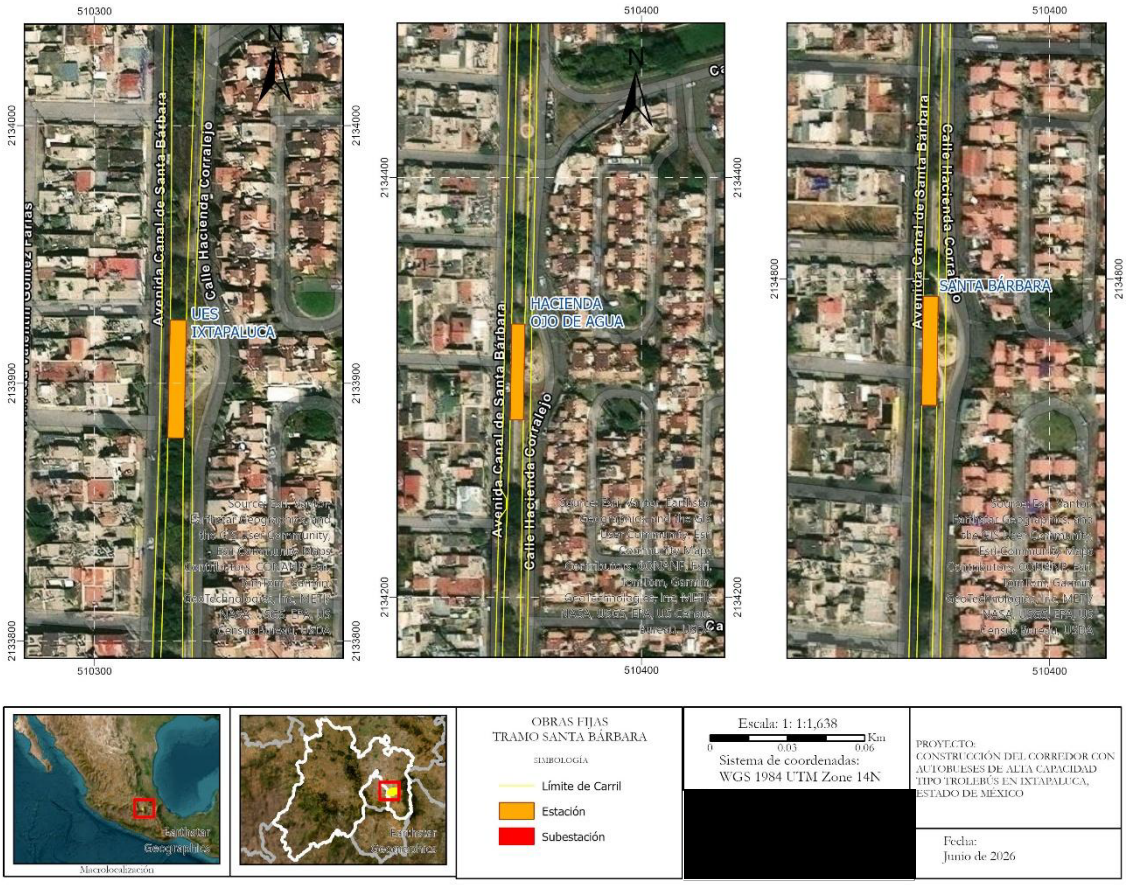


Figura 4. Tramo Av. Santa Bárbara (Estaciones UES Ixtapaluca, Hacienda Ojo de Agua y Santa Bárbara).

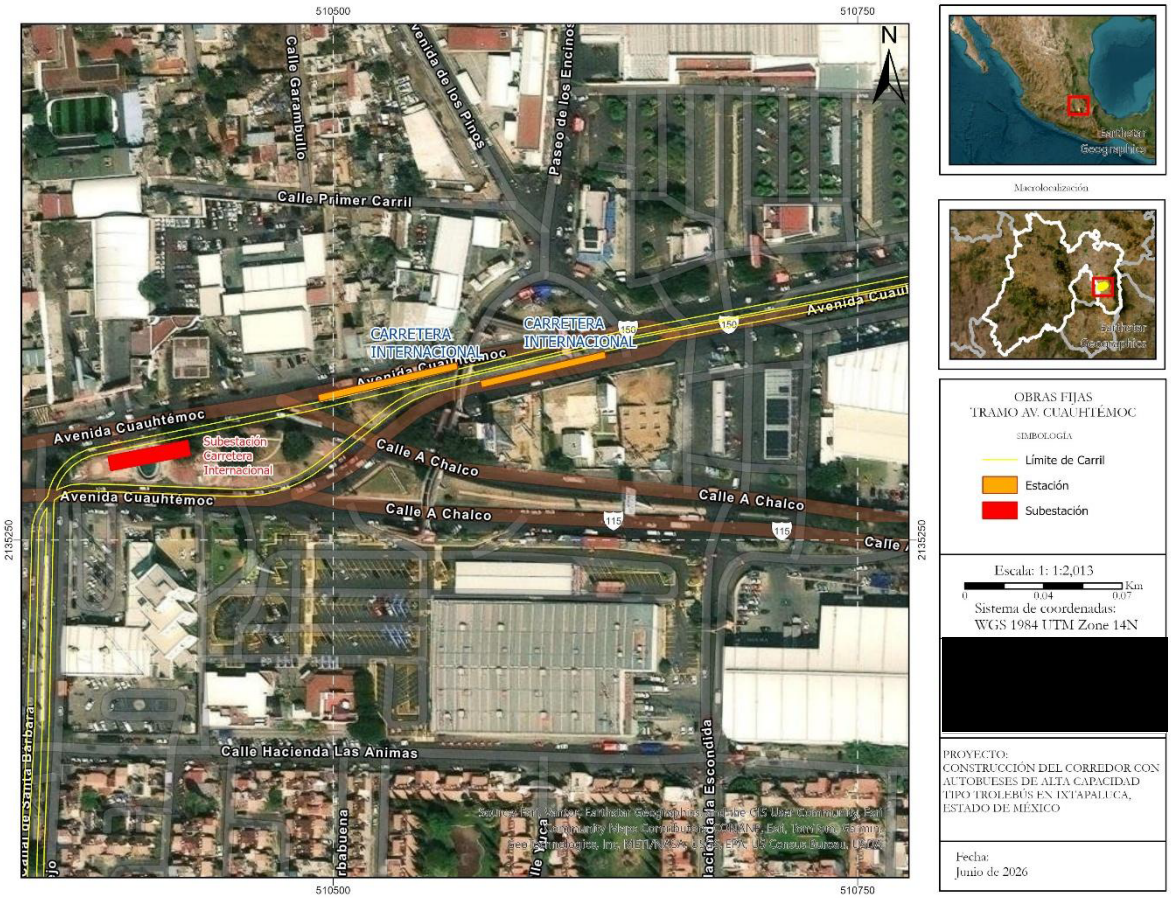


Figura 5. Estación Carretera Internacional.

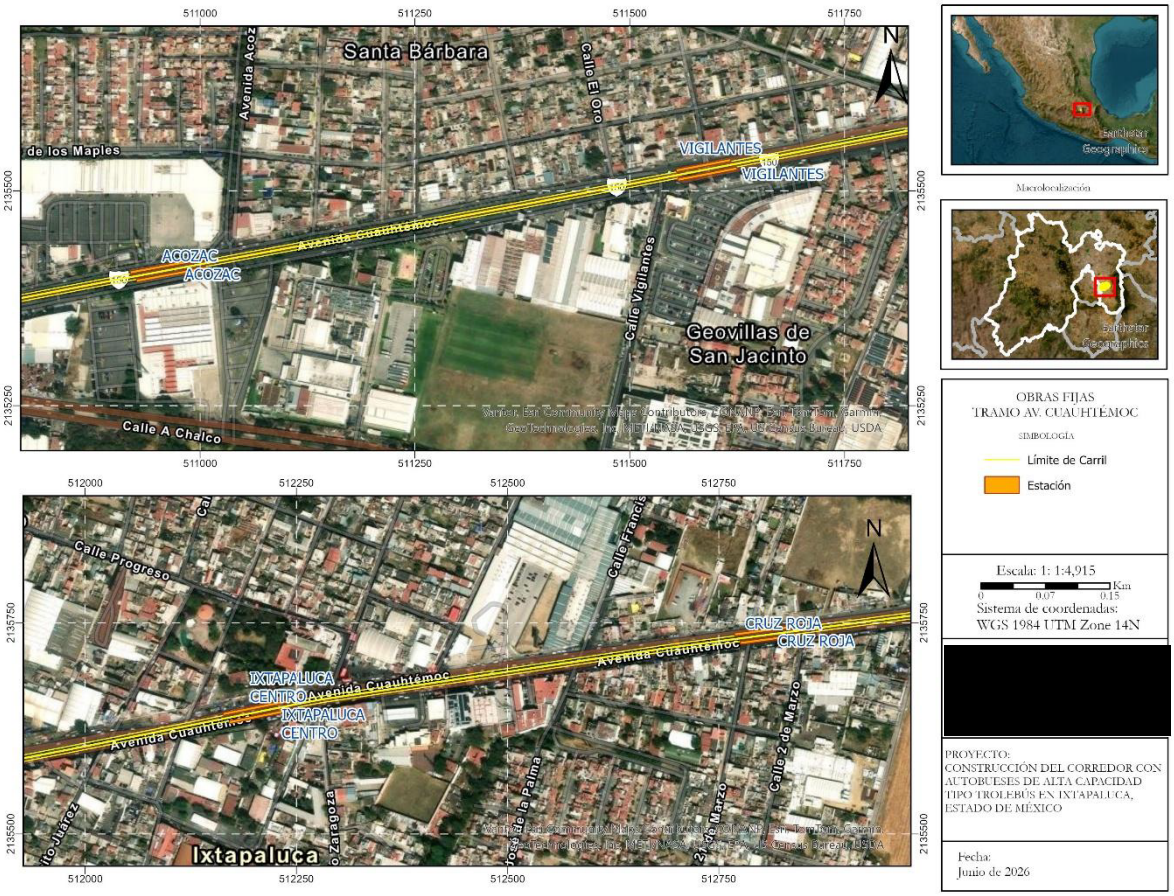


Figura 6. Tramo Av. Cuauhtémoc (Estaciones Acozac, Vigilantes, Ixtapaluca Centro y Cruz Roja).

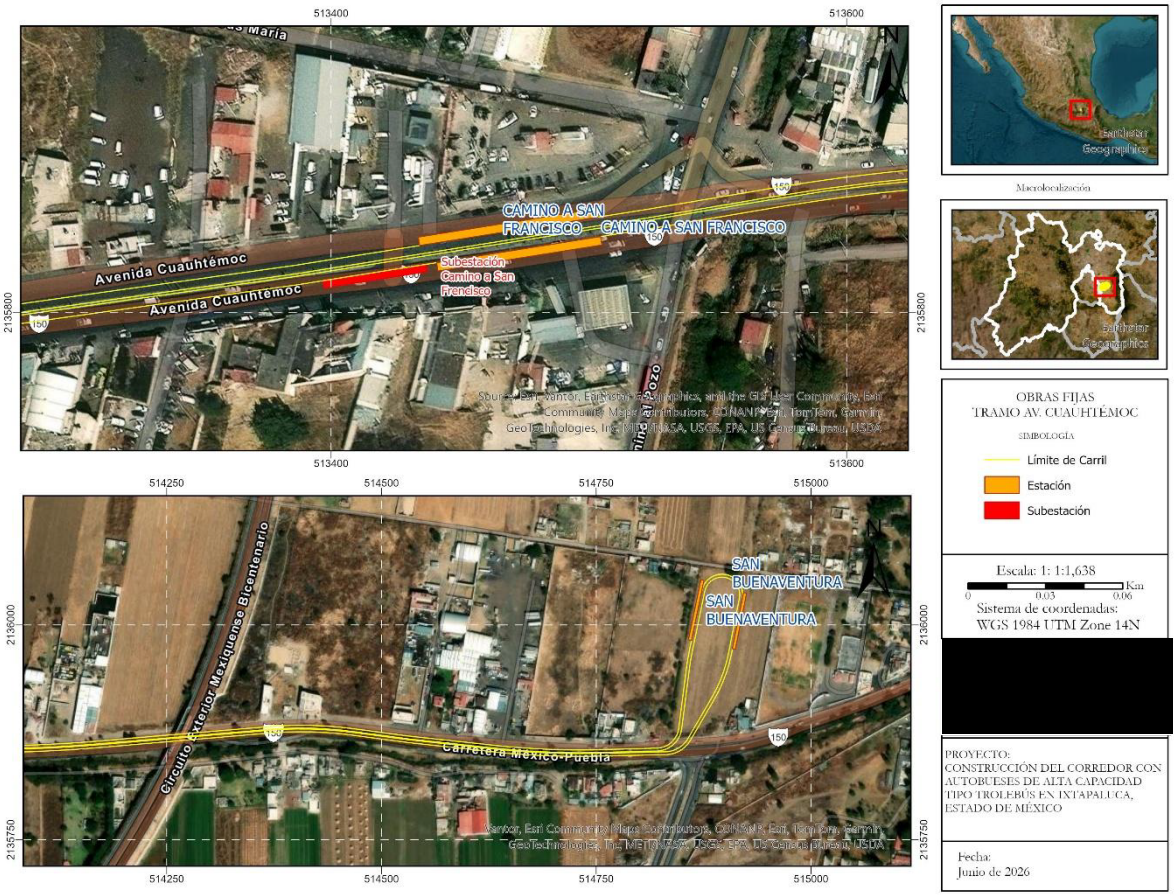


Figura 7. Estación Camino a San Francisco y Terminal San Buenaventura.

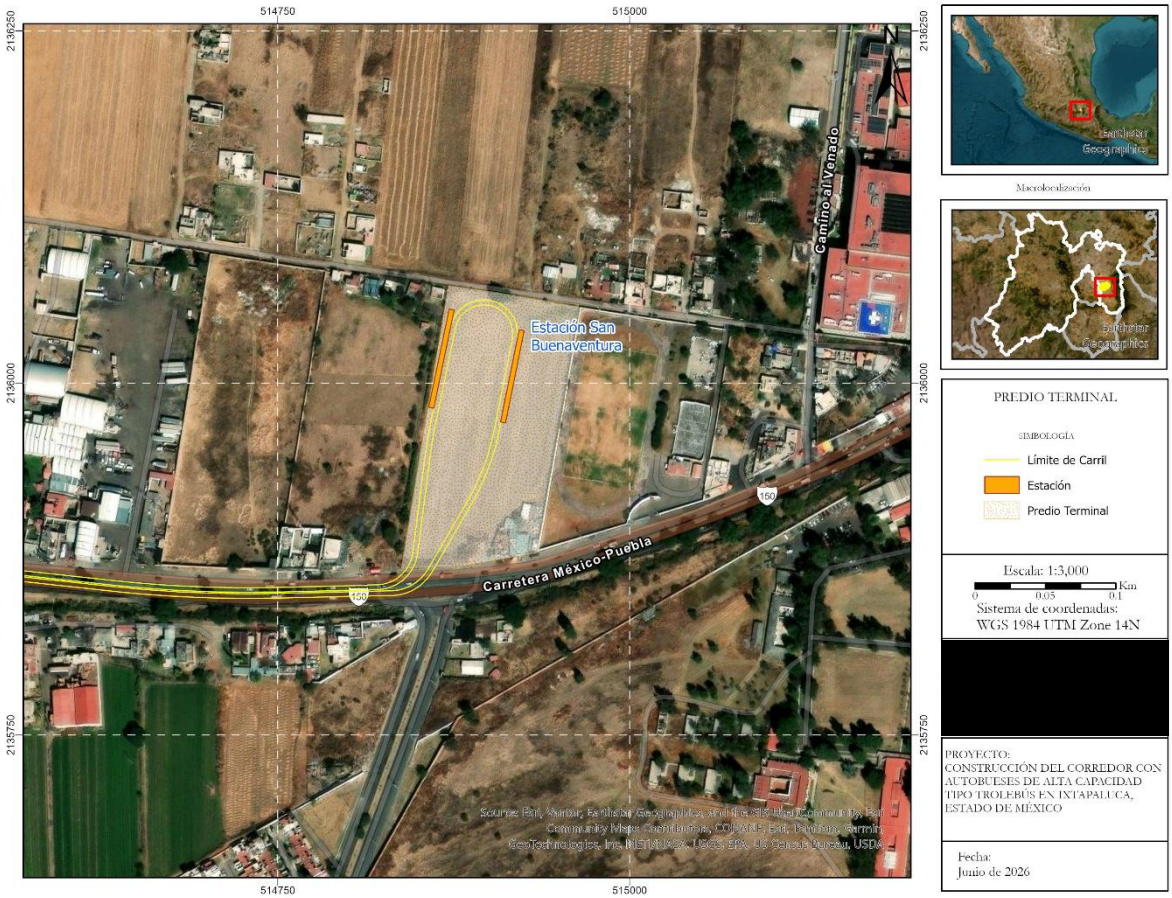


Figura 8. Predio destinado a la Terminal San Buenaventura y al Paradero.

En las siguientes tablas se muestran las coordenadas de los componentes. En primer lugar, se muestran las coordenadas de lo polígono correspondiente al carril confinado. Con la finalidad de facilitar la visualización de la superficie del carril confinado, y considerando que no es una superficie con un ancho fijo, se dividió en 7 polígonos, cuyas coordenadas y superficies se muestran a continuación.

NOTA: el cadenamiento 0+000.00 corresponde al vértice 1 referido en la tabla anterior.

Tabla 1. Coordenadas del polígono 1 del carril confinado.

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
0	508,167.674	2,133,255.225
1	508,174.169	2,133,262.570
2	508,184.099	2,133,253.794
3	508,210.896	2,133,230.133
4	508,250.637	2,133,195.043
5	508,298.168	2,133,153.074
6	508,301.552	2,133,150.085
7	508,317.176	2,133,136.290
8	508,345.692	2,133,111.114
9	508,355.203	2,133,102.382
10	508,374.214	2,133,084.819
11	508,379.496	2,133,080.075
12	508,387.044	2,133,073.656
13	508,391.443	2,133,070.058
14	508,397.884	2,133,064.960
15	508,404.344	2,133,060.073
16	508,411.123	2,133,055.150
17	508,418.431	2,133,050.072
18	508,431.243	2,133,041.735
19	508,440.745	2,133,035.985
20	508,450.253	2,133,030.570
21	508,459.752	2,133,025.504
22	508,469.261	2,133,020.748
23	508,478.764	2,133,016.298
24	508,488.269	2,133,012.153
25	508,497.772	2,133,008.287
26	508,507.273	2,133,004.697
27	508,516.779	2,133,001.370

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
28	508,526.284	2,132,998.317
29	508,535.785	2,132,995.513
30	508,545.286	2,132,992.961
31	508,554.793	2,132,990.653
32	508,564.292	2,132,988.588
33	508,567.229	2,132,987.991
34	508,571.211	2,132,987.232
35	508,577.751	2,132,986.063
36	508,583.297	2,132,985.162
37	508,592.799	2,132,983.799
38	508,602.304	2,132,982.664
39	508,611.805	2,132,981.753
40	508,621.306	2,132,981.073
41	508,630.808	2,132,980.617
42	508,640.310	2,132,980.385
43	508,649.814	2,132,980.375
44	508,659.314	2,132,980.591
45	508,668.818	2,132,981.026
46	508,678.320	2,132,981.678
47	508,687.823	2,132,982.424
48	508,697.320	2,132,983.171
49	508,706.825	2,132,983.916
50	508,716.326	2,132,984.662
51	508,725.826	2,132,985.281
52	508,735.328	2,132,985.788
53	508,744.828	2,132,986.293
54	508,754.329	2,132,986.799
55	508,763.834	2,132,987.382

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
56	508,773.332	2,132,988.131
57	508,811.338	2,132,991.114
58	508,849.344	2,132,994.139
59	508,887.350	2,132,997.283
60	508,934.857	2,133,001.213
61	508,963.362	2,133,003.570
62	508,991.866	2,133,005.881
63	509,001.367	2,133,006.539
64	509,010.873	2,133,007.197
65	509,020.375	2,133,007.854
66	509,039.376	2,133,009.170
67	509,086.881	2,133,012.462
68	509,096.384	2,133,013.189
69	509,105.886	2,133,013.966
70	509,238.904	2,133,024.845
71	509,267.408	2,133,027.045
72	509,276.910	2,133,027.776
73	509,286.411	2,133,028.600
74	509,295.913	2,133,029.451
75	509,305.417	2,133,030.304
76	509,314.915	2,133,031.154
77	509,333.918	2,133,032.669
78	509,362.425	2,133,034.863
79	509,371.924	2,133,035.596
80	509,381.425	2,133,036.327
81	509,390.927	2,133,037.050
82	509,400.428	2,133,037.694
83	509,428.936	2,133,039.629

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
84	509,457.437	2,133,041.563
85	509,476.443	2,133,043.384
86	509,485.944	2,133,044.314
87	509,504.944	2,133,046.173
88	509,514.448	2,133,046.990
89	509,523.949	2,133,047.600
90	509,533.448	2,133,048.208
91	509,542.953	2,133,048.817
92	509,552.451	2,133,049.425
93	509,561.958	2,133,050.033
94	509,571.457	2,133,050.642
95	509,580.959	2,133,051.251
96	509,590.460	2,133,051.897
97	509,599.959	2,133,052.575
98	509,609.463	2,133,053.251
99	509,628.463	2,133,054.603
100	509,647.469	2,133,055.956
101	509,656.967	2,133,056.632
102	509,675.970	2,133,057.985
103	509,694.976	2,133,059.338
104	509,723.478	2,133,061.367
105	509,732.982	2,133,062.045
106	509,737.076	2,133,062.358
107	509,738.027	2,133,062.427
108	509,742.481	2,133,062.596
109	509,761.486	2,133,063.328
110	509,770.988	2,133,063.692
111	509,777.944	2,133,063.963
112	509,780.490	2,133,064.163
113	509,818.492	2,133,067.148

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
114	509,970.515	2,133,079.090
115	509,989.521	2,133,080.583
116	509,999.019	2,133,081.307
117	510,008.042	2,133,081.985
118	510,018.015	2,133,082.733
119	510,027.523	2,133,083.445
120	510,037.027	2,133,084.156
121	510,046.530	2,133,084.871
122	510,065.532	2,133,086.294
123	510,084.534	2,133,087.720
124	510,084.538	2,133,080.702
125	510,065.533	2,133,079.276
126	510,046.533	2,133,077.851
127	510,037.028	2,133,077.137
128	510,027.527	2,133,076.425
129	510,018.026	2,133,075.713
130	510,009.409	2,133,075.067
131	509,999.026	2,133,074.288
132	509,989.526	2,133,073.561
133	509,970.521	2,133,072.068
134	509,818.496	2,133,060.127
135	509,780.493	2,133,057.142
136	509,778.420	2,133,056.980
137	509,761.491	2,133,054.966
138	509,751.990	2,133,053.837
139	509,742.489	2,133,052.707
140	509,738.416	2,133,052.232
141	509,732.987	2,133,051.817
142	509,723.483	2,133,051.142
143	509,694.981	2,133,049.113

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
144	509,675.976	2,133,047.760
145	509,656.976	2,133,046.408
146	509,647.471	2,133,045.731
147	509,628.468	2,133,044.378
148	509,609.466	2,133,043.025
149	509,599.967	2,133,042.349
150	509,590.465	2,133,041.672
151	509,580.961	2,133,041.031
152	509,571.460	2,133,040.422
153	509,561.958	2,133,039.814
154	509,552.457	2,133,039.205
155	509,542.955	2,133,038.596
156	509,533.455	2,133,037.985
157	509,523.955	2,133,037.378
158	509,514.455	2,133,036.770
159	509,504.953	2,133,036.347
160	509,485.947	2,133,035.635
161	509,476.446	2,133,035.273
162	509,457.444	2,133,034.546
163	509,428.939	2,133,032.612
164	509,400.433	2,133,030.678
165	509,390.933	2,133,030.035
166	509,381.432	2,133,029.307
167	509,371.931	2,133,028.576
168	509,362.426	2,133,027.843
169	509,333.922	2,133,025.648
170	509,314.923	2,133,024.243
171	509,305.419	2,133,023.631
172	509,295.916	2,133,023.019
173	509,286.414	2,133,022.406

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
174	509,276.914	2,133,021.758
175	509,267.411	2,133,021.027
176	509,238.910	2,133,018.826
177	509,105.890	2,133,007.947
178	509,096.385	2,133,007.169
179	509,086.884	2,133,006.447
180	509,039.379	2,133,003.157
181	509,020.377	2,133,001.841
182	509,010.875	2,133,001.182
183	508,991.871	2,132,999.867
184	508,963.368	2,132,997.549
185	508,934.864	2,132,995.194
186	508,887.356	2,132,991.263
187	508,849.347	2,132,988.120
188	508,813.859	2,132,985.294
189	508,773.338	2,132,982.105
190	508,763.836	2,132,981.368
191	508,761.289	2,132,981.170
192	508,754.335	2,132,980.449
193	508,744.831	2,132,979.463
194	508,735.334	2,132,978.478
195	508,725.831	2,132,977.491
196	508,716.331	2,132,976.637
197	508,706.825	2,132,975.891

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
198	508,697.324	2,132,975.147
199	508,687.826	2,132,974.401
200	508,678.324	2,132,973.654
201	508,668.822	2,132,973.014
202	508,659.318	2,132,972.586
203	508,649.817	2,132,972.365
204	508,640.316	2,132,972.360
205	508,630.815	2,132,972.546
206	508,621.312	2,132,973.033
207	508,611.810	2,132,973.693
208	508,602.309	2,132,974.620
209	508,592.803	2,132,975.734
210	508,588.589	2,132,976.298
211	508,583.302	2,132,977.064
212	508,579.200	2,132,977.712
213	508,576.343	2,132,978.185
214	508,573.798	2,132,978.632
215	508,564.298	2,132,980.424
216	508,554.794	2,132,982.435
217	508,545.291	2,132,984.694
218	508,535.788	2,132,987.205
219	508,526.286	2,132,989.918
220	508,516.784	2,132,992.934
221	508,507.279	2,132,996.170

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
222	508,496.818	2,133,000.074
223	508,488.270	2,133,003.481
224	508,478.766	2,133,007.539
225	508,469.266	2,133,011.882
226	508,459.761	2,133,016.524
227	508,450.258	2,133,021.471
228	508,438.267	2,133,028.167
229	508,431.249	2,133,032.338
230	508,421.741	2,133,038.287
231	508,419.019	2,133,040.067
232	508,410.538	2,133,045.787
233	508,402.734	2,133,051.330
234	508,392.882	2,133,058.716
235	508,388.568	2,133,062.106
236	508,381.394	2,133,067.946
237	508,376.017	2,133,072.504
238	508,371.262	2,133,076.662
239	508,364.710	2,133,082.193
240	508,355.233	2,133,090.189
241	508,340.264	2,133,102.832
242	508,173.477	2,133,250.100
243	508,167.674	2,133,255.225

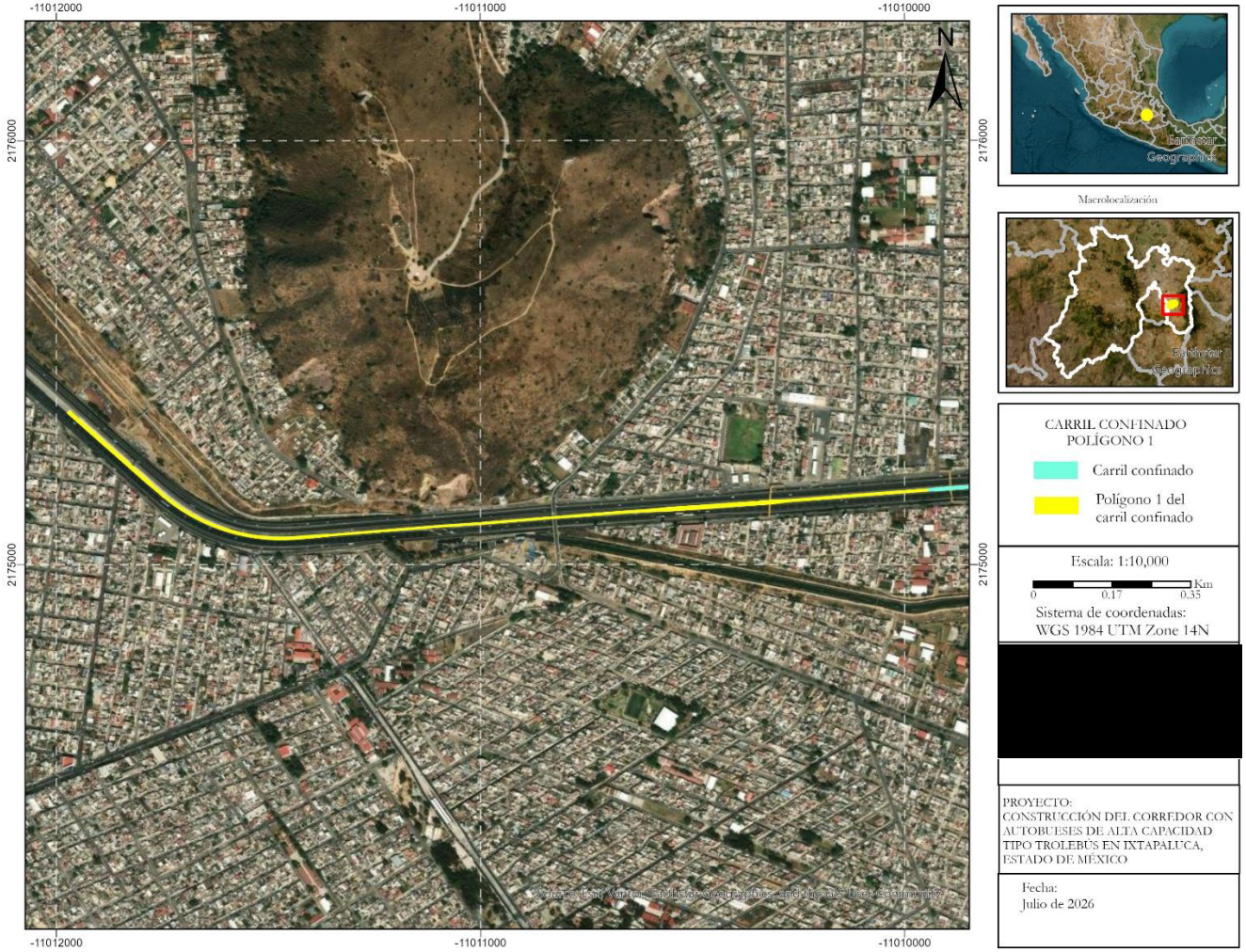


Figura 9. Superficie del Polígono 1 del carril confinado.

Tabla 2. Coordenadas del polígono 2 del carril confinado.

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
0	510,084.534	2,133,087.720
1	510,097.133	2,133,088.665
2	510,097.071	2,133,089.521
3	510,122.539	2,133,091.473
4	510,217.556	2,133,098.544
5	510,246.058	2,133,100.916
6	510,255.559	2,133,101.822
7	510,265.059	2,133,102.771
8	510,269.948	2,133,103.836
9	510,276.616	2,133,106.008
10	510,283.315	2,133,108.962
11	510,288.686	2,133,113.052
12	510,292.832	2,133,116.234
13	510,297.546	2,133,119.796
14	510,300.087	2,133,123.304
15	510,302.588	2,133,126.763
16	510,303.581	2,133,128.383
17	510,305.211	2,133,131.064
18	510,307.447	2,133,134.717
19	510,308.476	2,133,137.666
20	510,309.681	2,133,141.107
21	510,311.845	2,133,149.707
22	510,312.303	2,133,152.896
23	510,313.200	2,133,163.759
24	510,313.409	2,133,166.483

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
25	510,313.509	2,133,172.319
26	510,313.661	2,133,181.138
27	510,314.721	2,133,242.630
28	510,314.894	2,133,252.639
29	510,315.238	2,133,272.653
30	510,315.928	2,133,312.682
31	510,316.448	2,133,342.705
32	510,317.436	2,133,342.695
33	510,317.755	2,133,361.265
34	510,324.755	2,133,361.269
35	510,324.435	2,133,342.624
36	510,325.426	2,133,342.612
37	510,324.839	2,133,311.233
38	510,324.093	2,133,271.204
39	510,323.533	2,133,241.187
40	510,322.417	2,133,181.295
41	510,322.242	2,133,171.890
42	510,322.174	2,133,168.243
43	510,322.072	2,133,162.769
44	510,321.982	2,133,157.919
45	510,321.855	2,133,151.123
46	510,321.476	2,133,148.763
47	510,320.520	2,133,142.798
48	510,319.075	2,133,138.132
49	510,318.437	2,133,136.050

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
50	510,318.080	2,133,135.060
51	510,317.663	2,133,134.020
52	510,315.437	2,133,129.000
53	510,313.704	2,133,125.716
54	510,312.977	2,133,124.341
55	510,310.836	2,133,121.093
56	510,308.777	2,133,117.973
57	510,305.469	2,133,114.260
58	510,302.486	2,133,111.203
59	510,298.482	2,133,107.571
60	510,294.637	2,133,104.730
61	510,291.889	2,133,102.874
62	510,287.644	2,133,100.379
63	510,279.872	2,133,096.864
64	510,271.382	2,133,094.367
65	510,265.066	2,133,093.379
66	510,244.898	2,133,091.731
67	510,217.557	2,133,089.907
68	510,208.056	2,133,089.186
69	510,122.544	2,133,082.592
70	510,097.742	2,133,080.830
71	510,097.676	2,133,081.687
72	510,084.538	2,133,080.702
73	510,084.534	2,133,087.720



Figura 10. Superficie del Polígono 2 del carril confinado.

Tabla 3. Coordenadas del polígono 3 del carril confinado.

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
0	510,317.755	2,133,361.265
1	510,317.765	2,133,361.851
2	510,317.758	2,133,362.728
3	510,317.562	2,133,371.272
4	510,317.332	2,133,381.279
5	510,317.101	2,133,391.286
6	510,316.640	2,133,411.299
7	510,315.950	2,133,441.320
8	510,315.721	2,133,451.327
9	510,315.624	2,133,457.748
10	510,315.695	2,133,461.334
11	510,315.893	2,133,471.341
12	510,316.091	2,133,481.348
13	510,316.685	2,133,511.369
14	510,317.477	2,133,551.398
15	510,318.270	2,133,591.426
16	510,319.063	2,133,631.454
17	510,319.855	2,133,671.483
18	510,320.647	2,133,711.511
19	510,321.836	2,133,771.562
20	510,322.372	2,133,791.568
21	510,323.052	2,133,811.582
22	510,324.584	2,133,861.618
23	510,325.170	2,133,881.633
24	510,325.588	2,133,901.647
25	510,326.006	2,133,921.661
26	510,326.280	2,133,941.675
27	510,326.378	2,133,961.689
28	510,326.476	2,133,981.703
29	510,326.577	2,134,001.717
30	510,326.672	2,134,021.731
31	510,327.165	2,134,041.745
32	510,327.664	2,134,061.760
33	510,329.660	2,134,141.817
34	510,330.907	2,134,191.852
35	510,331.407	2,134,211.867
36	510,331.906	2,134,231.881
37	510,332.034	2,134,237.043
38	510,332.600	2,134,252.034
39	510,333.525	2,134,271.910
40	510,334.238	2,134,291.924
41	510,334.566	2,134,311.938
42	510,335.139	2,134,351.967
43	510,336.051	2,134,402.002
44	510,336.892	2,134,442.031
45	510,337.944	2,134,492.066
46	510,339.205	2,134,552.109
47	510,341.099	2,134,642.173
48	510,342.286	2,134,702.216
49	510,342.652	2,134,722.230
50	510,343.021	2,134,742.244
51	510,343.325	2,134,762.258
52	510,343.611	2,134,782.272
53	510,343.918	2,134,802.287
54	510,344.552	2,134,822.301
55	510,345.186	2,134,842.315
56	510,345.735	2,134,862.330
57	510,346.190	2,134,882.344
58	510,346.645	2,134,902.358
59	510,347.099	2,134,922.372
60	510,348.919	2,135,002.429
61	510,349.373	2,135,022.444
62	510,349.828	2,135,042.458
63	510,350.055	2,135,052.465
64	510,350.737	2,135,082.486
65	510,351.192	2,135,102.501
66	510,352.240	2,135,122.515
67	510,353.289	2,135,142.530
68	510,354.313	2,135,162.544
69	510,354.758	2,135,182.559
70	510,355.203	2,135,202.573
71	510,356.318	2,135,252.609
72	510,359.622	2,135,252.610
73	510,358.603	2,135,202.575
74	510,358.195	2,135,182.535
75	510,357.787	2,135,162.520
76	510,356.713	2,135,142.532
77	510,355.603	2,135,122.488
78	510,354.497	2,135,102.502
79	510,354.039	2,135,082.488
80	510,353.584	2,135,062.474
81	510,353.357	2,135,052.467
82	510,353.131	2,135,042.460
83	510,352.676	2,135,022.445

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
84	510,352.221	2,135,002.431
85	510,350.403	2,134,922.458
86	510,349.948	2,134,902.436
87	510,349.494	2,134,882.414
88	510,349.038	2,134,862.393
89	510,348.516	2,134,842.373
90	510,347.932	2,134,822.355
91	510,347.346	2,134,802.337
92	510,346.917	2,134,782.315
93	510,346.629	2,134,762.290
94	510,346.340	2,134,742.265
95	510,345.998	2,134,722.241
96	510,345.612	2,134,702.218
97	510,344.410	2,134,642.175
98	510,342.542	2,134,552.111
99	510,341.298	2,134,492.068
100	510,340.260	2,134,442.033
101	510,339.431	2,134,402.013
102	510,339.015	2,134,381.990
103	510,338.466	2,134,351.969
104	510,337.843	2,134,311.940

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
105	510,337.533	2,134,291.926
106	510,337.202	2,134,271.912
107	510,336.391	2,134,251.892
108	510,335.580	2,134,231.883
109	510,334.773	2,134,211.875
110	510,334.267	2,134,191.854
111	510,333.002	2,134,141.819
112	510,330.978	2,134,061.768
113	510,330.472	2,134,041.747
114	510,330.218	2,134,031.740
115	510,329.973	2,134,021.794
116	510,329.918	2,134,001.767
117	510,329.863	2,133,981.740
118	510,329.809	2,133,961.713
119	510,329.747	2,133,941.685
120	510,329.329	2,133,921.663
121	510,328.912	2,133,901.649
122	510,328.494	2,133,881.634
123	510,328.069	2,133,861.620
124	510,326.359	2,133,811.584
125	510,325.676	2,133,791.570

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
126	510,325.126	2,133,771.556
127	510,323.870	2,133,711.513
128	510,323.034	2,133,671.485
129	510,322.198	2,133,631.456
130	510,321.360	2,133,591.428
131	510,320.524	2,133,551.399
132	510,319.687	2,133,511.371
133	510,319.059	2,133,481.350
134	510,318.851	2,133,471.342
135	510,318.641	2,133,461.335
136	510,318.586	2,133,458.700
137	510,318.695	2,133,451.328
138	510,318.984	2,133,441.322
139	510,319.852	2,133,411.301
140	510,320.430	2,133,391.288
141	510,320.719	2,133,381.281
142	510,321.009	2,133,371.274
143	510,321.271	2,133,362.184
144	510,321.255	2,133,361.267
145	510,317.755	2,133,361.265

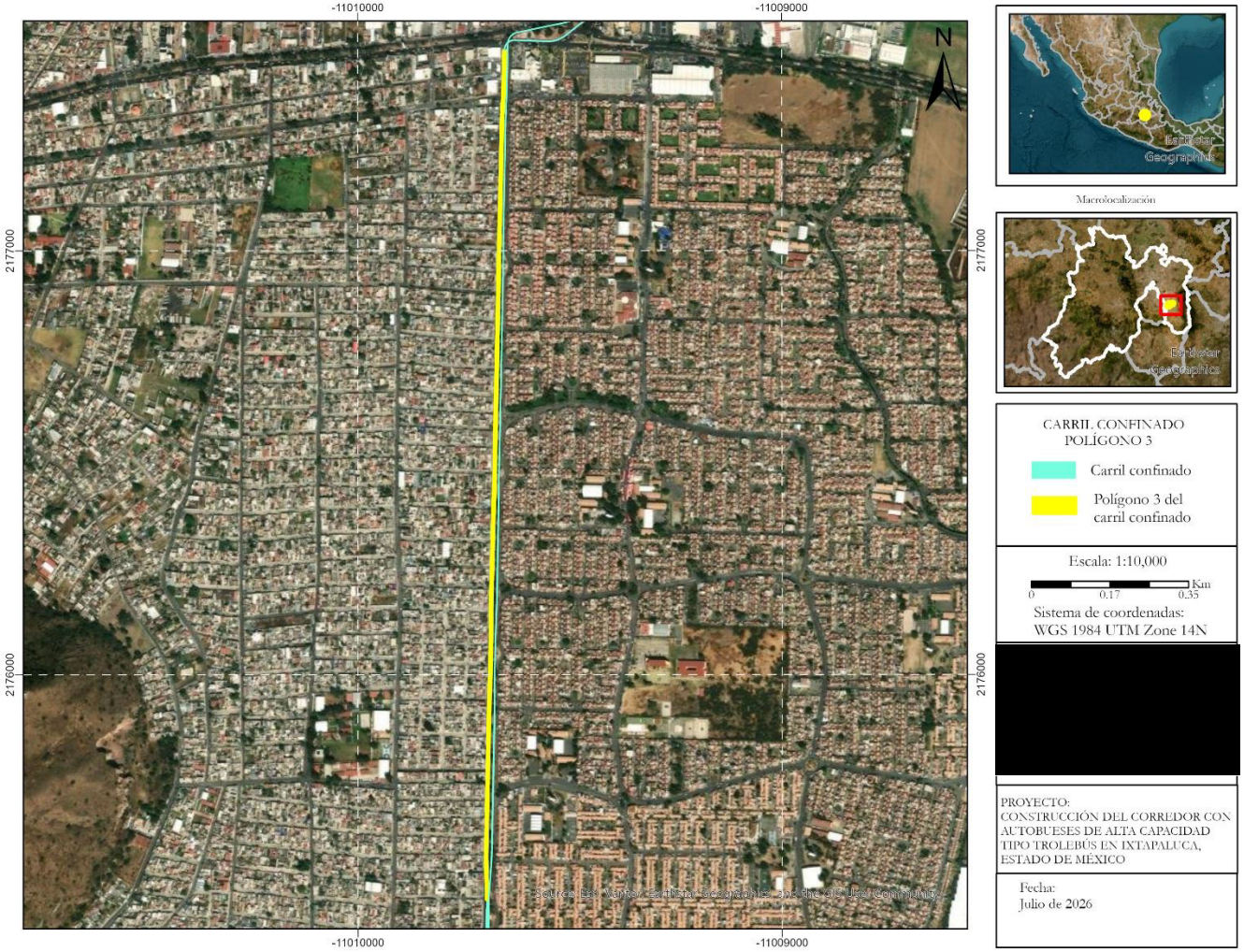


Figura 11. Superficie del Polígono 3 del carril confinado.

Tabla 4. Coordenadas del polígono 4 del carril confinado.

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
0	510,356.318	2,135,252.609
1	510,356.349	2,135,254.012
2	510,356.607	2,135,257.002
3	510,358.132	2,135,262.461
4	510,360.859	2,135,267.298
5	510,360.927	2,135,267.390
6	510,363.658	2,135,270.467
7	510,363.896	2,135,270.677
8	510,368.073	2,135,273.689
9	510,369.605	2,135,274.547
10	510,374.976	2,135,276.354
11	510,380.510	2,135,276.815
12	510,385.666	2,135,276.625
13	510,389.447	2,135,276.616
14	510,391.375	2,135,276.611
15	510,395.609	2,135,276.453
16	510,400.606	2,135,276.267
17	510,405.602	2,135,276.081
18	510,430.585	2,135,275.151
19	510,435.582	2,135,274.965
20	510,440.578	2,135,274.779
21	510,445.574	2,135,274.593
22	510,450.638	2,135,274.405
23	510,455.466	2,135,274.219
24	510,460.226	2,135,274.411
25	510,464.956	2,135,274.975
26	510,469.626	2,135,275.906
27	510,472.231	2,135,276.594

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
28	510,474.413	2,135,277.267
29	510,476.568	2,135,278.021
30	510,478.675	2,135,278.847
31	510,482.999	2,135,280.838
32	510,487.155	2,135,283.162
33	510,491.116	2,135,285.802
34	510,493.085	2,135,287.291
35	510,520.439	2,135,308.977
36	510,524.693	2,135,312.349
37	510,526.419	2,135,313.670
38	510,530.211	2,135,316.266
39	510,530.762	2,135,316.611
40	510,535.333	2,135,319.184
41	510,536.409	2,135,319.721
42	510,540.099	2,135,321.374
43	510,542.969	2,135,322.472
44	510,545.029	2,135,323.164
45	510,549.449	2,135,324.394
46	510,550.059	2,135,324.540
47	510,554.920	2,135,325.708
48	510,559.783	2,135,326.873
49	510,561.750	2,135,327.345
50	510,564.647	2,135,328.032
51	510,569.520	2,135,329.154
52	510,574.385	2,135,330.308
53	510,579.250	2,135,331.463
54	510,584.114	2,135,332.617
55	510,588.979	2,135,333.772

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
56	510,593.844	2,135,334.926
57	510,598.709	2,135,336.081
58	510,603.574	2,135,337.235
59	510,608.439	2,135,338.390
60	510,613.304	2,135,339.544
61	510,618.189	2,135,340.703
62	510,623.078	2,135,341.864
63	510,625.890	2,135,342.531
64	510,626.859	2,135,342.761
65	510,627.828	2,135,342.991
66	510,628.684	2,135,343.193
67	510,630.782	2,135,343.642
68	510,632.886	2,135,344.073
69	510,635.354	2,135,344.576
70	510,637.817	2,135,345.060
71	510,639.663	2,135,345.418
72	510,642.729	2,135,346.025
73	510,646.068	2,135,346.686
74	510,653.320	2,135,348.080
75	510,900.312	2,135,395.529
76	510,904.935	2,135,396.417
77	510,905.210	2,135,396.470
78	510,985.804	2,135,411.338
79	510,995.303	2,135,413.090
80	511,128.296	2,135,437.626
81	511,137.484	2,135,439.321
82	511,137.796	2,135,439.378
83	511,374.758	2,135,483.098

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
84	511,376.359	2,135,483.394
85	511,384.782	2,135,485.011
86	511,422.779	2,135,492.310
87	511,612.766	2,135,528.803
88	511,717.259	2,135,548.876
89	511,802.754	2,135,565.299
90	511,945.244	2,135,592.672
91	511,973.399	2,135,598.081
92	511,973.533	2,135,598.107
93	511,973.738	2,135,598.146
94	511,992.740	2,135,601.881
95	512,011.738	2,135,605.664
96	512,030.736	2,135,609.448
97	512,211.220	2,135,645.396
98	512,220.721	2,135,647.288
99	512,261.456	2,135,655.402
100	512,261.593	2,135,655.429
101	512,261.743	2,135,655.459
102	512,261.963	2,135,655.503
103	512,268.216	2,135,656.669
104	512,271.702	2,135,657.422
105	512,277.715	2,135,658.391
106	512,284.464	2,135,659.479
107	512,287.215	2,135,659.922
108	512,296.714	2,135,661.364
109	512,306.212	2,135,662.775
110	512,401.209	2,135,676.886
111	512,448.707	2,135,683.941
112	512,477.202	2,135,688.174
113	512,629.196	2,135,710.754

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
114	512,685.762	2,135,719.157
115	512,685.885	2,135,719.175
116	512,686.026	2,135,719.196
117	512,705.192	2,135,721.738
118	512,971.179	2,135,757.015
119	513,057.689	2,135,768.489
120	513,124.470	2,135,777.347
121	513,124.573	2,135,777.361
122	513,124.626	2,135,777.368
123	513,408.151	2,135,817.554
124	513,512.647	2,135,834.171
125	513,524.265	2,135,836.018
126	513,569.640	2,135,843.706
127	513,570.378	2,135,843.831
128	513,591.020	2,135,847.035
129	513,611.744	2,135,849.667
130	513,632.532	2,135,851.723
131	513,653.370	2,135,853.204
132	513,674.240	2,135,854.107
133	513,693.136	2,135,854.401
134	513,702.637	2,135,854.444
135	513,721.637	2,135,854.476
136	514,037.252	2,135,855.013
137	514,042.252	2,135,855.021
138	514,073.927	2,135,855.404
139	514,105.587	2,135,856.442
140	514,137.218	2,135,858.137
141	514,168.807	2,135,860.487
142	514,367.807	2,135,877.366
143	514,384.293	2,135,878.465

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
144	514,400.808	2,135,878.968
145	514,417.330	2,135,878.876
146	514,433.838	2,135,878.187
147	514,450.311	2,135,876.903
148	514,466.726	2,135,875.026
149	514,531.329	2,135,866.454
150	514,630.710	2,135,855.685
151	514,654.702	2,135,853.404
152	514,678.745	2,135,851.755
153	514,702.824	2,135,850.737
154	514,726.921	2,135,850.352
155	514,751.019	2,135,850.601
156	514,830.878	2,135,852.475
157	514,835.314	2,135,852.903
158	514,839.770	2,135,854.024
159	514,842.112	2,135,854.980
160	514,843.767	2,135,855.657
161	514,847.604	2,135,857.923
162	514,849.704	2,135,859.618
163	514,851.072	2,135,860.723
164	514,854.132	2,135,864.042
165	514,856.613	2,135,867.674
166	514,857.368	2,135,868.970
167	514,861.543	2,135,869.185
168	514,859.638	2,135,865.913
169	514,856.869	2,135,861.861
170	514,853.548	2,135,858.247
171	514,849.743	2,135,855.147
172	514,845.532	2,135,852.626
173	514,841.003	2,135,850.734

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
174	514,836.250	2,135,849.512
175	514,831.411	2,135,848.989
176	514,813.505	2,135,848.766
177	514,808.961	2,135,848.659
178	514,755.230	2,135,847.399
179	514,753.040	2,135,847.347
180	514,750.228	2,135,847.282
181	514,745.208	2,135,847.182
182	514,740.188	2,135,847.111
183	514,735.168	2,135,847.066
184	514,730.147	2,135,847.049
185	514,725.126	2,135,847.059
186	514,720.105	2,135,847.097
187	514,715.085	2,135,847.162
188	514,710.065	2,135,847.254
189	514,705.046	2,135,847.374
190	514,700.027	2,135,847.521
191	514,695.010	2,135,847.695
192	514,689.993	2,135,847.897
193	514,684.978	2,135,848.126
194	514,679.963	2,135,848.383
195	514,674.951	2,135,848.667
196	514,669.940	2,135,848.978
197	514,664.930	2,135,849.317
198	514,659.923	2,135,849.683
199	514,654.918	2,135,850.076
200	514,649.915	2,135,850.496
201	514,644.914	2,135,850.944
202	514,639.916	2,135,851.419
203	514,637.678	2,135,851.644

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
204	514,634.015	2,135,852.016
205	514,630.355	2,135,852.405
206	514,629.929	2,135,852.451
207	514,560.337	2,135,859.991
208	514,555.366	2,135,860.530
209	514,550.395	2,135,861.069
210	514,545.424	2,135,861.607
211	514,540.453	2,135,862.146
212	514,535.482	2,135,862.684
213	514,530.422	2,135,863.245
214	514,495.726	2,135,867.849
215	514,490.770	2,135,868.507
216	514,485.813	2,135,869.164
217	514,480.857	2,135,869.822
218	514,480.201	2,135,869.909
219	514,475.245	2,135,870.566
220	514,470.288	2,135,871.224
221	514,465.636	2,135,871.837
222	514,460.717	2,135,872.459
223	514,456.144	2,135,872.985
224	514,451.212	2,135,873.500
225	514,446.275	2,135,873.960
226	514,441.334	2,135,874.367
227	514,436.388	2,135,874.720
228	514,431.438	2,135,875.019
229	514,426.486	2,135,875.264
230	514,421.531	2,135,875.455
231	514,416.574	2,135,875.592
232	514,411.616	2,135,875.675
233	514,406.658	2,135,875.704

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
234	514,401.699	2,135,875.679
235	514,396.741	2,135,875.599
236	514,391.785	2,135,875.466
237	514,386.830	2,135,875.278
238	514,381.877	2,135,875.036
239	514,376.927	2,135,874.741
240	514,373.688	2,135,874.518
241	514,371.981	2,135,874.391
242	514,367.030	2,135,873.988
243	514,327.174	2,135,870.607
244	514,322.191	2,135,870.185
245	514,311.886	2,135,869.311
246	514,177.710	2,135,857.930
247	514,172.728	2,135,857.507
248	514,167.743	2,135,857.085
249	514,162.747	2,135,856.674
250	514,157.750	2,135,856.280
251	514,152.752	2,135,855.901
252	514,147.753	2,135,855.539
253	514,142.752	2,135,855.193
254	514,137.751	2,135,854.864
255	514,132.748	2,135,854.551
256	514,127.744	2,135,854.255
257	514,122.740	2,135,853.975
258	514,117.734	2,135,853.711
259	514,112.728	2,135,853.464
260	514,107.721	2,135,853.233
261	514,102.713	2,135,853.018
262	514,097.704	2,135,852.820
263	514,092.695	2,135,852.638

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
264	514,087.686	2,135,852.473
265	514,082.675	2,135,852.324
266	514,077.665	2,135,852.191
267	514,072.653	2,135,852.075
268	514,067.642	2,135,851.975
269	514,062.630	2,135,851.892
270	514,057.618	2,135,851.825
271	514,052.606	2,135,851.774
272	513,722.581	2,135,851.178
273	513,717.581	2,135,851.170
274	513,712.581	2,135,851.161
275	513,707.274	2,135,851.152
276	513,687.619	2,135,851.081
277	513,682.645	2,135,851.006
278	513,677.671	2,135,850.899
279	513,672.699	2,135,850.758
280	513,667.727	2,135,850.585
281	513,662.756	2,135,850.378
282	513,657.787	2,135,850.139
283	513,652.820	2,135,849.867
284	513,647.854	2,135,849.562
285	513,642.891	2,135,849.224
286	513,637.930	2,135,848.853
287	513,632.972	2,135,848.449
288	513,628.017	2,135,848.012
289	513,623.066	2,135,847.510
290	513,618.114	2,135,847.041
291	513,613.168	2,135,846.506
292	513,608.226	2,135,845.938
293	513,603.287	2,135,845.338

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
294	513,598.353	2,135,844.705
295	513,593.424	2,135,844.039
296	513,588.497	2,135,843.341
297	513,583.576	2,135,842.610
298	513,578.660	2,135,841.846
299	513,573.750	2,135,841.050
300	513,568.833	2,135,840.223
301	513,534.325	2,135,834.376
302	513,529.396	2,135,833.541
303	513,524.782	2,135,832.759
304	513,420.730	2,135,816.213
305	513,415.792	2,135,815.428
306	513,410.854	2,135,814.642
307	513,405.916	2,135,813.857
308	513,400.978	2,135,813.072
309	513,391.102	2,135,811.502
310	513,389.320	2,135,811.218
311	513,386.895	2,135,810.833
312	513,386.093	2,135,810.721
313	513,361.336	2,135,807.247
314	513,356.384	2,135,806.552
315	513,351.433	2,135,805.858
316	513,346.482	2,135,805.163
317	513,341.530	2,135,804.468
318	513,267.257	2,135,794.047
319	513,262.306	2,135,793.353
320	513,252.403	2,135,791.963
321	513,247.451	2,135,791.268
322	513,242.500	2,135,790.574
323	513,192.985	2,135,783.627

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
324	513,148.422	2,135,777.374
325	513,143.470	2,135,776.679
326	513,138.518	2,135,775.985
327	513,133.567	2,135,775.290
328	513,128.615	2,135,774.595
329	513,123.634	2,135,773.907
330	513,064.155	2,135,766.019
331	512,969.979	2,135,753.528
332	512,707.280	2,135,718.686
333	512,702.323	2,135,718.029
334	512,697.367	2,135,717.372
335	512,692.410	2,135,716.714
336	512,687.454	2,135,716.057
337	512,628.161	2,135,707.264
338	512,479.790	2,135,685.224
339	512,469.898	2,135,683.754
340	512,455.061	2,135,681.550
341	512,400.658	2,135,673.468
342	512,311.635	2,135,660.244
343	512,296.798	2,135,658.040
344	512,293.391	2,135,657.534
345	512,290.155	2,135,657.053
346	512,286.929	2,135,656.565
347	512,284.919	2,135,656.251
348	512,280.474	2,135,655.525
349	512,276.352	2,135,654.829
350	512,272.234	2,135,654.098
351	512,267.807	2,135,653.277
352	512,266.895	2,135,653.102
353	512,262.475	2,135,652.240

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
354	512,257.572	2,135,651.264
355	512,252.668	2,135,650.287
356	512,223.246	2,135,644.427
357	512,218.342	2,135,643.450
358	512,213.439	2,135,642.474
359	512,032.002	2,135,606.336
360	512,027.099	2,135,605.359
361	512,022.195	2,135,604.382
362	512,017.291	2,135,603.406
363	512,012.388	2,135,602.429
364	512,007.484	2,135,601.452
365	512,002.580	2,135,600.476
366	511,997.677	2,135,599.499
367	511,992.773	2,135,598.522
368	511,948.570	2,135,589.952
369	511,806.174	2,135,562.598
370	511,717.790	2,135,545.620
371	511,678.508	2,135,538.074
372	511,668.688	2,135,536.188
373	511,619.585	2,135,526.756
374	511,614.675	2,135,525.812
375	511,604.855	2,135,523.926
376	511,428.086	2,135,489.970

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
377	511,388.805	2,135,482.424
378	511,383.894	2,135,481.481
379	511,378.984	2,135,480.538
380	511,138.026	2,135,436.067
381	510,995.432	2,135,409.760
382	510,985.598	2,135,407.945
383	510,975.764	2,135,406.131
384	510,951.179	2,135,401.595
385	510,946.262	2,135,400.688
386	510,941.345	2,135,399.781
387	510,936.428	2,135,398.874
388	510,931.511	2,135,397.967
389	510,926.594	2,135,397.059
390	510,900.310	2,135,392.168
391	510,656.531	2,135,345.334
392	510,651.621	2,135,344.391
393	510,639.844	2,135,342.119
394	510,627.526	2,135,339.572
395	510,614.926	2,135,336.497
396	510,550.272	2,135,320.994
397	510,543.990	2,135,319.121
398	510,537.948	2,135,316.578
399	510,532.218	2,135,313.394

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
400	510,526.868	2,135,309.607
401	510,495.284	2,135,284.567
402	510,490.036	2,135,280.823
403	510,484.436	2,135,277.626
404	510,478.544	2,135,275.011
405	510,472.417	2,135,273.004
406	510,466.119	2,135,271.626
407	510,459.714	2,135,270.890
408	510,453.268	2,135,270.804
409	510,380.388	2,135,273.518
410	510,377.219	2,135,273.384
411	510,374.111	2,135,272.751
412	510,371.142	2,135,271.634
413	510,368.387	2,135,270.062
414	510,367.069	2,135,269.002
415	510,363.484	2,135,265.255
416	510,362.061	2,135,263.061
417	510,360.775	2,135,260.161
418	510,359.964	2,135,257.095
419	510,359.649	2,135,253.939
420	510,359.622	2,135,252.610
421	510,356.318	2,135,252.609

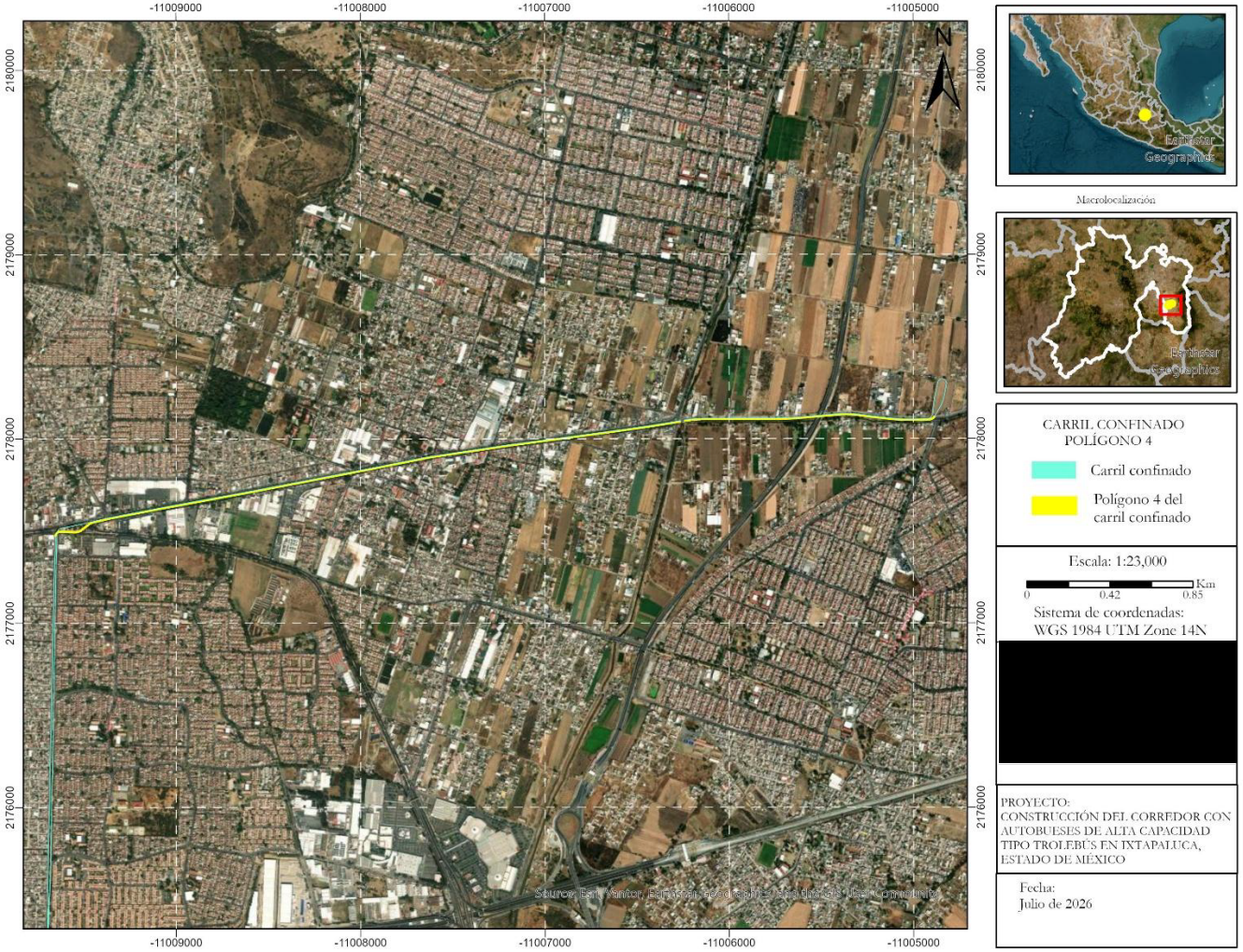


Figura 12. Superficie del Polígono 4 del carril confinado.

Tabla 5. Coordenadas del polígono 5 del carril confinado.

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
1	510,324.755	2,133,361.269
2	510,321.255	2,133,361.267
3	510,321.271	2,133,362.184
4	510,321.873	2,133,371.274
5	510,323.200	2,133,391.289
6	510,323.863	2,133,401.297
7	510,325.189	2,133,421.311
8	510,325.852	2,133,431.319
9	510,326.516	2,133,441.326
10	510,326.862	2,133,446.559
11	510,327.179	2,133,451.333
12	510,327.238	2,133,452.225
13	510,327.525	2,133,457.003
14	510,327.924	2,133,476.694
15	510,328.628	2,133,511.376
16	510,329.236	2,133,541.397
17	510,329.439	2,133,551.404
18	510,331.268	2,133,641.571
19	510,331.672	2,133,661.483
20	510,332.280	2,133,691.504
21	510,332.999	2,133,726.937
22	510,334.107	2,133,781.566
23	510,334.173	2,133,801.582
24	510,334.291	2,133,841.610
25	510,334.321	2,133,851.618
26	510,334.351	2,133,862.016
27	510,334.405	2,133,864.536
28	510,334.473	2,133,867.684

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
29	510,334.557	2,133,871.631
30	510,334.986	2,133,891.645
31	510,335.201	2,133,901.652
32	510,335.844	2,133,931.674
33	510,335.855	2,133,932.181
34	510,335.953	2,133,936.768
35	510,336.058	2,133,941.681
36	510,336.232	2,133,946.709
37	510,336.407	2,133,951.688
38	510,337.815	2,133,991.717
39	510,338.873	2,134,021.795
40	510,338.975	2,134,026.890
41	510,339.072	2,134,031.745
42	510,339.272	2,134,041.752
43	510,339.465	2,134,051.442
44	510,339.573	2,134,056.810
45	510,339.672	2,134,061.767
46	510,340.472	2,134,101.795
47	510,342.056	2,134,181.087
48	510,343.096	2,134,241.782
49	510,343.240	2,134,251.901
50	510,343.375	2,134,261.443
51	510,343.449	2,134,266.622
52	510,343.524	2,134,271.911
53	510,343.834	2,134,291.930
54	510,344.145	2,134,311.936
55	510,344.455	2,134,331.926
56	510,344.741	2,134,341.489

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
57	510,345.022	2,134,350.907
58	510,345.209	2,134,357.174
59	510,345.330	2,134,361.231
60	510,345.462	2,134,365.673
61	510,345.584	2,134,371.851
62	510,349.718	2,134,581.704
63	510,350.107	2,134,601.463
64	510,350.513	2,134,622.043
65	510,350.910	2,134,642.219
66	510,351.293	2,134,661.677
67	510,351.443	2,134,669.256
68	510,351.501	2,134,672.196
69	510,351.658	2,134,681.437
70	510,351.757	2,134,687.356
71	510,352.455	2,134,729.270
72	510,352.652	2,134,742.250
73	510,353.077	2,134,771.835
74	510,353.290	2,134,786.614
75	510,353.489	2,134,801.696
76	510,353.543	2,134,806.063
77	510,353.608	2,134,811.359
78	510,353.678	2,134,816.983
79	510,353.744	2,134,822.307
80	510,354.119	2,134,852.637
81	510,354.288	2,134,861.369
82	510,354.394	2,134,866.844
83	510,354.490	2,134,871.801
84	510,354.777	2,134,886.676

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
85	510,357.594	2,135,032.455
86	510,357.981	2,135,052.470
87	510,358.448	2,135,076.645
88	510,358.548	2,135,081.814
89	510,358.745	2,135,091.999
90	510,358.932	2,135,101.706
91	510,359.316	2,135,111.403
92	510,359.526	2,135,116.693
93	510,359.724	2,135,121.710
94	510,359.912	2,135,126.437
95	510,360.106	2,135,131.342
96	510,360.314	2,135,136.603
97	510,360.708	2,135,146.550
98	510,360.901	2,135,151.410
99	510,361.060	2,135,155.420
100	510,361.329	2,135,162.548
101	510,361.515	2,135,171.399
102	510,361.617	2,135,176.302
103	510,361.730	2,135,181.686
104	510,361.959	2,135,192.570
105	510,362.354	2,135,211.391
106	510,363.189	2,135,251.230
107	510,363.301	2,135,256.548
108	510,363.380	2,135,260.323
109	510,363.428	2,135,262.620
110	510,363.484	2,135,265.255
111	510,367.069	2,135,269.002
112	510,366.810	2,135,266.493
113	510,366.705	2,135,261.495
114	510,366.601	2,135,256.496

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
115	510,366.496	2,135,251.497
116	510,365.657	2,135,211.506
117	510,365.552	2,135,206.507
118	510,365.447	2,135,201.508
119	510,365.342	2,135,196.509
120	510,365.228	2,135,191.092
121	510,365.132	2,135,186.511
122	510,365.027	2,135,181.512
123	510,364.923	2,135,176.513
124	510,364.818	2,135,171.512
125	510,364.712	2,135,166.501
126	510,364.635	2,135,162.824
127	510,364.603	2,135,161.490
128	510,364.404	2,135,156.481
129	510,364.206	2,135,151.473
130	510,364.008	2,135,146.476
131	510,363.612	2,135,136.483
132	510,363.414	2,135,131.487
133	510,363.216	2,135,126.491
134	510,363.019	2,135,121.495
135	510,362.821	2,135,116.499
136	510,362.623	2,135,111.507
137	510,362.229	2,135,101.539
138	510,361.844	2,135,081.571
139	510,361.747	2,135,076.572
140	510,361.650	2,135,071.572
141	510,361.554	2,135,066.573
142	510,361.457	2,135,061.574
143	510,361.361	2,135,056.575
144	510,361.264	2,135,051.576

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
145	510,361.167	2,135,046.577
146	510,358.076	2,134,886.607
147	510,357.786	2,134,871.610
148	510,357.690	2,134,866.611
149	510,357.593	2,134,861.612
150	510,357.497	2,134,856.613
151	510,357.407	2,134,851.633
152	510,357.221	2,134,836.634
153	510,357.159	2,134,831.634
154	510,357.097	2,134,826.635
155	510,357.034	2,134,821.635
156	510,356.972	2,134,816.636
157	510,356.910	2,134,811.636
158	510,356.848	2,134,806.636
159	510,356.786	2,134,801.637
160	510,356.574	2,134,786.629
161	510,356.361	2,134,771.631
162	510,356.289	2,134,766.631
163	510,356.218	2,134,761.632
164	510,356.147	2,134,756.632
165	510,355.924	2,134,741.634
166	510,354.957	2,134,681.642
167	510,354.877	2,134,676.643
168	510,354.789	2,134,671.632
169	510,354.689	2,134,666.633
170	510,354.589	2,134,661.634
171	510,354.287	2,134,646.637
172	510,354.187	2,134,641.638
173	510,353.786	2,134,621.642
174	510,353.384	2,134,601.646

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
175	510,352.982	2,134,581.650
176	510,348.766	2,134,371.692
177	510,348.666	2,134,366.693
178	510,348.538	2,134,361.667
179	510,348.401	2,134,356.669
180	510,348.264	2,134,351.671
181	510,348.126	2,134,346.673
182	510,347.989	2,134,341.675
183	510,347.869	2,134,336.676
184	510,347.788	2,134,331.717
185	510,347.381	2,134,306.721
186	510,347.299	2,134,301.721
187	510,347.218	2,134,296.722
188	510,347.136	2,134,291.722
189	510,347.055	2,134,286.723
190	510,346.997	2,134,281.723
191	510,346.959	2,134,276.723
192	510,346.921	2,134,271.715
193	510,346.883	2,134,266.714
194	510,346.845	2,134,261.714
195	510,346.807	2,134,256.714
196	510,346.769	2,134,251.714
197	510,346.731	2,134,246.714
198	510,346.679	2,134,241.714
199	510,344.075	2,134,101.438
200	510,343.338	2,134,061.745
201	510,343.245	2,134,056.746
202	510,343.152	2,134,051.747
203	510,343.059	2,134,046.747
204	510,342.966	2,134,041.748

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
205	510,342.874	2,134,036.749
206	510,342.781	2,134,031.750
207	510,342.688	2,134,026.751
208	510,342.594	2,134,021.691
209	510,341.432	2,133,991.741
210	510,341.238	2,133,986.745
211	510,341.044	2,133,981.748
212	510,340.850	2,133,976.752
213	510,340.657	2,133,971.755
214	510,340.463	2,133,966.759
215	510,340.269	2,133,961.762
216	510,340.075	2,133,956.766
217	510,339.881	2,133,951.769
218	510,339.865	2,133,951.335
219	510,339.688	2,133,946.773
220	510,339.494	2,133,941.776
221	510,339.300	2,133,936.780
222	510,339.135	2,133,932.537
223	510,339.120	2,133,931.783
224	510,338.494	2,133,901.788
225	510,338.389	2,133,896.789
226	510,338.285	2,133,891.790
227	510,338.181	2,133,886.791
228	510,338.076	2,133,881.792
229	510,338.011	2,133,876.792
230	510,338.006	2,133,871.790
231	510,337.996	2,133,861.866
232	510,337.986	2,133,851.866
233	510,337.981	2,133,846.866
234	510,337.976	2,133,841.866

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
235	510,337.936	2,133,801.866
236	510,337.931	2,133,796.866
237	510,337.910	2,133,791.604
238	510,337.913	2,133,786.604
239	510,337.915	2,133,781.604
240	510,336.823	2,133,726.820
241	510,336.424	2,133,706.824
242	510,336.125	2,133,691.827
243	510,335.526	2,133,661.833
244	510,335.128	2,133,641.837
245	510,333.333	2,133,551.855
246	510,333.233	2,133,546.856
247	510,333.133	2,133,541.857
248	510,333.034	2,133,536.858
249	510,332.934	2,133,531.859
250	510,332.834	2,133,526.860
251	510,332.735	2,133,521.861
252	510,332.635	2,133,516.862
253	510,332.535	2,133,511.863
254	510,332.336	2,133,501.865
255	510,332.236	2,133,496.866
256	510,331.837	2,133,476.870
257	510,331.737	2,133,471.871
258	510,331.638	2,133,466.871
259	510,331.538	2,133,461.873
260	510,331.429	2,133,456.425
261	510,331.097	2,133,451.729
262	510,330.745	2,133,446.741
263	510,330.393	2,133,441.754
264	510,330.040	2,133,436.766

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
265	510,329.688	2,133,431.778
266	510,329.335	2,133,426.791
267	510,328.983	2,133,421.803
268	510,328.631	2,133,416.815
269	510,328.278	2,133,411.828

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
270	510,327.926	2,133,406.840
271	510,327.574	2,133,401.853
272	510,327.221	2,133,396.865
273	510,326.869	2,133,391.877
274	510,326.516	2,133,386.890

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
275	510,326.164	2,133,381.902
276	510,325.812	2,133,376.914
277	510,325.226	2,133,368.625
278	510,324.755	2,133,361.269

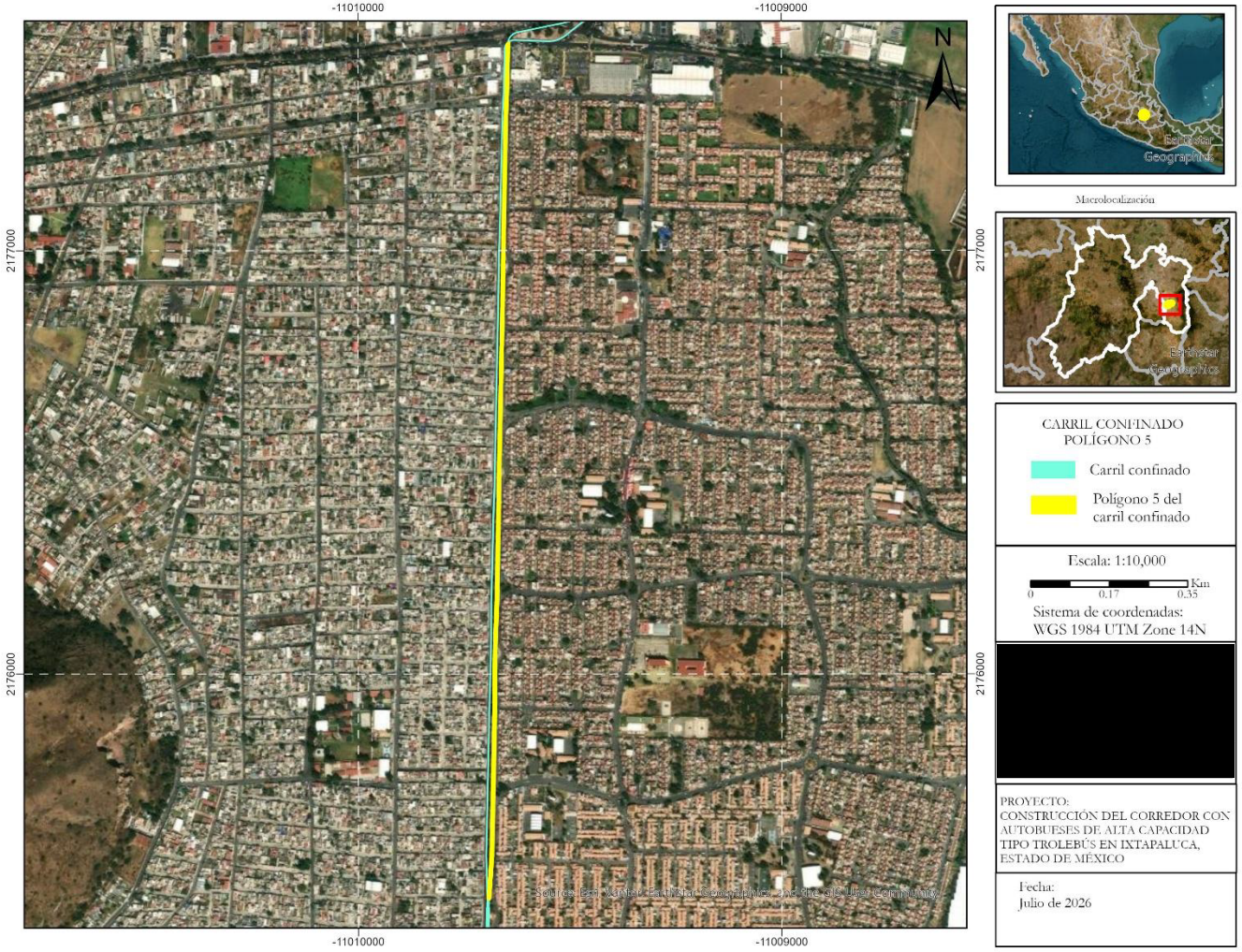


Figura 13. Superficie del Polígono 5 del carril confinado.

Tabla 6. Coordenadas del polígono 6 del carril confinado.

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
1	510,368.073	2,135,273.689
2	510,363.896	2,135,270.677
3	510,363.923	2,135,270.956
4	510,364.961	2,135,275.094
5	510,366.606	2,135,279.032
6	510,368.820	2,135,282.680
7	510,371.553	2,135,285.956
8	510,374.746	2,135,288.788
9	510,378.325	2,135,291.111
10	510,382.211	2,135,292.874
11	510,386.317	2,135,294.036
12	510,396.832	2,135,296.179
13	510,406.332	2,135,298.115
14	510,415.831	2,135,300.051
15	510,434.828	2,135,303.922
16	510,445.151	2,135,306.026
17	510,463.329	2,135,309.731
18	510,482.328	2,135,313.603
19	510,491.828	2,135,315.539
20	510,501.059	2,135,317.420
21	510,558.323	2,135,331.152
22	510,598.927	2,135,340.889
23	510,608.889	2,135,343.233
24	510,620.249	2,135,345.904
25	510,631.714	2,135,348.199
26	510,650.187	2,135,351.854
27	510,684.559	2,135,358.458
28	510,689.469	2,135,359.401

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
29	510,856.416	2,135,391.474
30	510,885.877	2,135,397.134
31	510,890.787	2,135,398.078
32	510,895.698	2,135,399.021
33	510,900.608	2,135,399.964
34	510,905.547	2,135,400.905
35	510,910.464	2,135,401.812
36	511,362.830	2,135,485.270
37	511,367.747	2,135,486.177
38	511,372.664	2,135,487.084
39	511,377.551	2,135,488.001
40	511,382.461	2,135,488.944
41	511,407.012	2,135,493.660
42	511,848.932	2,135,578.551
43	511,893.124	2,135,587.040
44	511,902.945	2,135,588.926
45	511,927.496	2,135,593.642
46	511,937.316	2,135,595.529
47	511,947.137	2,135,597.415
48	511,952.047	2,135,598.358
49	511,971.688	2,135,602.131
50	511,986.385	2,135,604.999
51	512,094.266	2,135,626.486
52	512,099.169	2,135,627.463
53	512,118.784	2,135,631.370
54	512,143.303	2,135,636.253
55	512,158.014	2,135,639.184
56	512,162.917	2,135,640.160

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
57	512,167.635	2,135,641.100
58	512,177.628	2,135,643.090
59	512,211.954	2,135,649.927
60	512,236.472	2,135,654.811
61	512,241.376	2,135,655.787
62	512,246.280	2,135,656.764
63	512,251.183	2,135,657.741
64	512,256.087	2,135,658.717
65	512,261.123	2,135,659.720
66	512,265.930	2,135,660.657
67	512,270.879	2,135,661.576
68	512,275.835	2,135,662.453
69	512,280.799	2,135,663.286
70	512,283.732	2,135,663.757
71	512,289.038	2,135,664.571
72	512,295.681	2,135,665.557
73	512,300.627	2,135,666.292
74	512,305.576	2,135,667.027
75	512,310.518	2,135,667.762
76	512,320.410	2,135,669.231
77	512,453.944	2,135,689.068
78	512,513.293	2,135,697.884
79	512,557.805	2,135,704.496
80	512,592.425	2,135,709.639
81	512,671.556	2,135,721.394
82	512,676.502	2,135,722.129
83	512,681.448	2,135,722.863
84	512,686.454	2,135,723.591

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
85	512,691.411	2,135,724.248
86	512,716.194	2,135,727.535
87	512,859.935	2,135,746.600
88	512,889.675	2,135,750.544
89	512,959.067	2,135,759.747
90	512,993.763	2,135,764.349
91	513,063.156	2,135,773.553
92	513,068.112	2,135,774.210
93	513,092.895	2,135,777.497
94	513,124.059	2,135,781.630
95	513,152.317	2,135,785.595
96	513,172.123	2,135,788.374
97	513,226.589	2,135,796.016
98	513,261.250	2,135,800.879
99	513,315.716	2,135,808.521
100	513,320.668	2,135,809.216
101	513,325.619	2,135,809.910
102	513,330.571	2,135,810.605
103	513,335.522	2,135,811.300
104	513,350.377	2,135,813.384
105	513,380.086	2,135,817.552
106	513,409.661	2,135,822.148
107	513,463.978	2,135,830.786
108	513,508.420	2,135,837.853
109	513,542.915	2,135,843.540
110	513,567.564	2,135,847.716
111	513,572.509	2,135,848.548
112	513,582.435	2,135,850.124
113	513,587.405	2,135,850.862
114	513,588.331	2,135,850.993

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
115	513,592.382	2,135,851.567
116	513,607.333	2,135,853.486
117	513,612.326	2,135,854.059
118	513,617.322	2,135,854.599
119	513,622.321	2,135,855.107
120	513,627.324	2,135,855.581
121	513,632.168	2,135,856.008
122	513,637.338	2,135,856.430
123	513,642.350	2,135,856.804
124	513,647.363	2,135,857.146
125	513,652.379	2,135,857.454
126	513,657.396	2,135,857.729
127	513,674.134	2,135,858.402
128	513,694.821	2,135,858.731
129	513,717.568	2,135,858.770
130	514,044.136	2,135,859.328
131	514,105.401	2,135,860.738
132	514,138.399	2,135,862.523
133	514,177.644	2,135,865.552
134	514,246.817	2,135,871.419
135	514,251.800	2,135,871.842
136	514,256.782	2,135,872.264
137	514,261.764	2,135,872.687
138	514,266.746	2,135,873.109
139	514,271.728	2,135,873.532
140	514,311.585	2,135,876.913
141	514,320.796	2,135,877.694
142	514,325.778	2,135,878.116
143	514,330.760	2,135,878.539
144	514,335.742	2,135,878.962

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
145	514,340.724	2,135,879.384
146	514,344.104	2,135,879.671
147	514,348.811	2,135,880.070
148	514,353.520	2,135,880.469
149	514,358.502	2,135,880.892
150	514,363.484	2,135,881.315
151	514,367.443	2,135,881.650
152	514,371.404	2,135,881.969
153	514,376.433	2,135,882.325
154	514,381.466	2,135,882.625
155	514,386.501	2,135,882.871
156	514,391.539	2,135,883.062
157	514,396.578	2,135,883.197
158	514,401.619	2,135,883.278
159	514,406.661	2,135,883.304
160	514,411.702	2,135,883.275
161	514,416.743	2,135,883.190
162	514,421.782	2,135,883.051
163	514,426.820	2,135,882.857
164	514,431.855	2,135,882.608
165	514,436.887	2,135,882.304
166	514,441.916	2,135,881.945
167	514,446.940	2,135,881.531
168	514,451.960	2,135,881.063
169	514,456.974	2,135,880.540
170	514,461.982	2,135,879.962
171	514,467.292	2,135,879.288
172	514,471.943	2,135,878.671
173	514,481.856	2,135,877.356
174	514,486.813	2,135,876.698

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
175	514,496.726	2,135,875.383
176	514,506.614	2,135,874.071
177	514,511.596	2,135,873.410
178	514,531.889	2,135,870.717
179	514,551.214	2,135,868.625
180	514,576.068	2,135,865.931
181	514,581.039	2,135,865.393
182	514,586.010	2,135,864.854
183	514,590.981	2,135,864.316
184	514,595.952	2,135,863.777
185	514,596.542	2,135,863.713
186	514,600.923	2,135,863.238
187	514,605.894	2,135,862.700
188	514,610.864	2,135,862.161
189	514,615.835	2,135,861.622
190	514,620.806	2,135,861.084
191	514,625.777	2,135,860.545
192	514,630.748	2,135,860.007
193	514,631.173	2,135,859.961
194	514,635.701	2,135,859.481
195	514,640.656	2,135,858.983
196	514,645.613	2,135,858.512
197	514,650.572	2,135,858.068
198	514,660.498	2,135,857.261
199	514,665.464	2,135,856.898
200	514,670.432	2,135,856.562
201	514,675.401	2,135,856.254
202	514,680.373	2,135,855.972
203	514,685.345	2,135,855.717
204	514,690.319	2,135,855.490

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
205	514,695.295	2,135,855.290
206	514,700.271	2,135,855.117
207	514,705.248	2,135,854.971
208	514,710.226	2,135,854.852
209	514,726.999	2,135,854.655
210	514,747.677	2,135,854.830
211	514,757.177	2,135,855.047
212	514,785.678	2,135,855.715
213	514,795.041	2,135,855.935
214	514,797.785	2,135,855.999
215	514,800.040	2,135,856.052
216	514,813.680	2,135,856.372
217	514,820.642	2,135,856.736
218	514,824.735	2,135,857.156
219	514,828.712	2,135,858.214
220	514,832.473	2,135,859.884
221	514,835.924	2,135,862.124
222	514,838.981	2,135,864.879
223	514,841.612	2,135,868.156
224	514,845.760	2,135,868.370
225	514,844.455	2,135,866.101
226	514,841.522	2,135,862.471
227	514,838.055	2,135,859.348
228	514,834.141	2,135,856.807
229	514,829.876	2,135,854.913
230	514,825.366	2,135,853.713
231	514,820.724	2,135,853.237
232	514,813.847	2,135,853.076
233	514,750.996	2,135,851.601
234	514,726.924	2,135,851.352

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
235	514,702.853	2,135,851.737
236	514,678.801	2,135,852.753
237	514,654.783	2,135,854.401
238	514,648.131	2,135,855.034
239	514,624.173	2,135,857.400
240	514,605.168	2,135,859.459
241	514,548.156	2,135,865.636
242	514,538.660	2,135,866.665
243	514,531.449	2,135,867.447
244	514,483.281	2,135,873.838
245	514,466.857	2,135,876.017
246	514,450.407	2,135,877.899
247	514,433.898	2,135,879.185
248	514,417.354	2,135,879.876
249	514,400.795	2,135,879.968
250	514,384.244	2,135,879.464
251	514,367.723	2,135,878.362
252	514,177.651	2,135,862.240
253	514,168.723	2,135,861.483
254	514,137.154	2,135,859.135
255	514,105.543	2,135,857.441
256	514,073.904	2,135,856.403
257	514,042.251	2,135,856.022
258	513,716.042	2,135,855.467
259	513,695.126	2,135,855.432
260	513,674.211	2,135,855.106
261	513,653.313	2,135,854.202
262	513,632.448	2,135,852.720
263	513,611.632	2,135,850.661
264	513,592.344	2,135,848.211

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
265	513,590.881	2,135,848.026
266	513,588.635	2,135,847.677
267	513,572.435	2,135,845.163
268	513,570.211	2,135,844.817
269	513,569.768	2,135,844.742
270	513,541.143	2,135,839.892
271	513,531.645	2,135,838.283
272	513,522.144	2,135,836.694
273	513,408.155	2,135,818.567
274	513,398.654	2,135,817.056
275	513,389.154	2,135,815.546
276	513,379.652	2,135,814.159
277	513,256.160	2,135,796.832
278	513,169.130	2,135,784.621
279	513,164.172	2,135,783.926
280	513,159.221	2,135,783.231
281	513,154.270	2,135,782.537
282	513,124.491	2,135,778.359
283	513,094.685	2,135,774.405
284	513,066.175	2,135,770.624
285	512,971.180	2,135,758.024
286	512,876.184	2,135,745.424
287	512,714.691	2,135,724.007
288	512,687.995	2,135,720.466
289	512,685.887	2,135,720.187
290	512,515.200	2,135,694.830
291	512,315.713	2,135,665.197
292	512,303.454	2,135,663.376
293	512,289.523	2,135,661.307
294	512,275.615	2,135,659.066

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
295	512,263.770	2,135,656.857
296	512,262.748	2,135,656.667
297	512,261.767	2,135,656.484
298	512,249.238	2,135,653.988
299	512,220.721	2,135,648.308
300	512,211.218	2,135,646.415
301	512,173.229	2,135,638.849
302	512,144.739	2,135,633.174
303	512,116.229	2,135,627.496
304	511,983.257	2,135,601.011
305	511,981.633	2,135,600.688
306	511,980.710	2,135,600.504
307	511,943.528	2,135,593.361
308	511,928.745	2,135,590.521
309	511,926.241	2,135,590.040
310	511,850.249	2,135,575.442
311	511,403.780	2,135,489.679
312	511,379.949	2,135,485.101
313	511,376.584	2,135,484.455
314	511,376.105	2,135,484.363
315	511,333.358	2,135,476.476
316	510,909.803	2,135,398.334
317	510,905.025	2,135,397.453
318	510,857.996	2,135,388.417
319	510,853.086	2,135,387.474
320	510,691.316	2,135,356.395
321	510,669.286	2,135,352.163
322	510,645.901	2,135,347.670
323	510,623.044	2,135,343.095
324	510,618.436	2,135,342.172

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
325	510,574.733	2,135,331.693
326	510,569.870	2,135,330.527
327	510,565.008	2,135,329.361
328	510,560.146	2,135,328.196
329	510,555.276	2,135,327.060
330	510,501.631	2,135,314.552
331	510,496.760	2,135,313.416
332	510,491.889	2,135,312.280
333	510,488.586	2,135,311.510
334	510,488.540	2,135,311.501
335	510,487.572	2,135,311.304
336	510,487.008	2,135,311.189
337	510,482.109	2,135,310.190
338	510,477.210	2,135,309.192
339	510,472.310	2,135,308.193
340	510,467.411	2,135,307.195
341	510,462.512	2,135,306.197
342	510,457.612	2,135,305.198
343	510,452.713	2,135,304.200
344	510,447.814	2,135,303.201
345	510,442.915	2,135,302.203
346	510,438.015	2,135,301.204
347	510,433.116	2,135,300.206
348	510,428.217	2,135,299.207
349	510,423.317	2,135,298.209
350	510,418.418	2,135,297.211
351	510,413.519	2,135,296.212
352	510,408.620	2,135,295.214
353	510,403.720	2,135,294.215
354	510,398.821	2,135,293.217

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
355	510,393.922	2,135,292.218
356	510,389.022	2,135,291.220
357	510,386.976	2,135,290.803
358	510,384.440	2,135,290.147

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
359	510,380.291	2,135,288.421
360	510,376.218	2,135,285.750
361	510,373.231	2,135,282.917
362	510,372.659	2,135,282.255

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
363	510,370.544	2,135,279.314
364	510,369.858	2,135,278.128
365	510,368.540	2,135,275.292
366	510,368.073	2,135,273.689

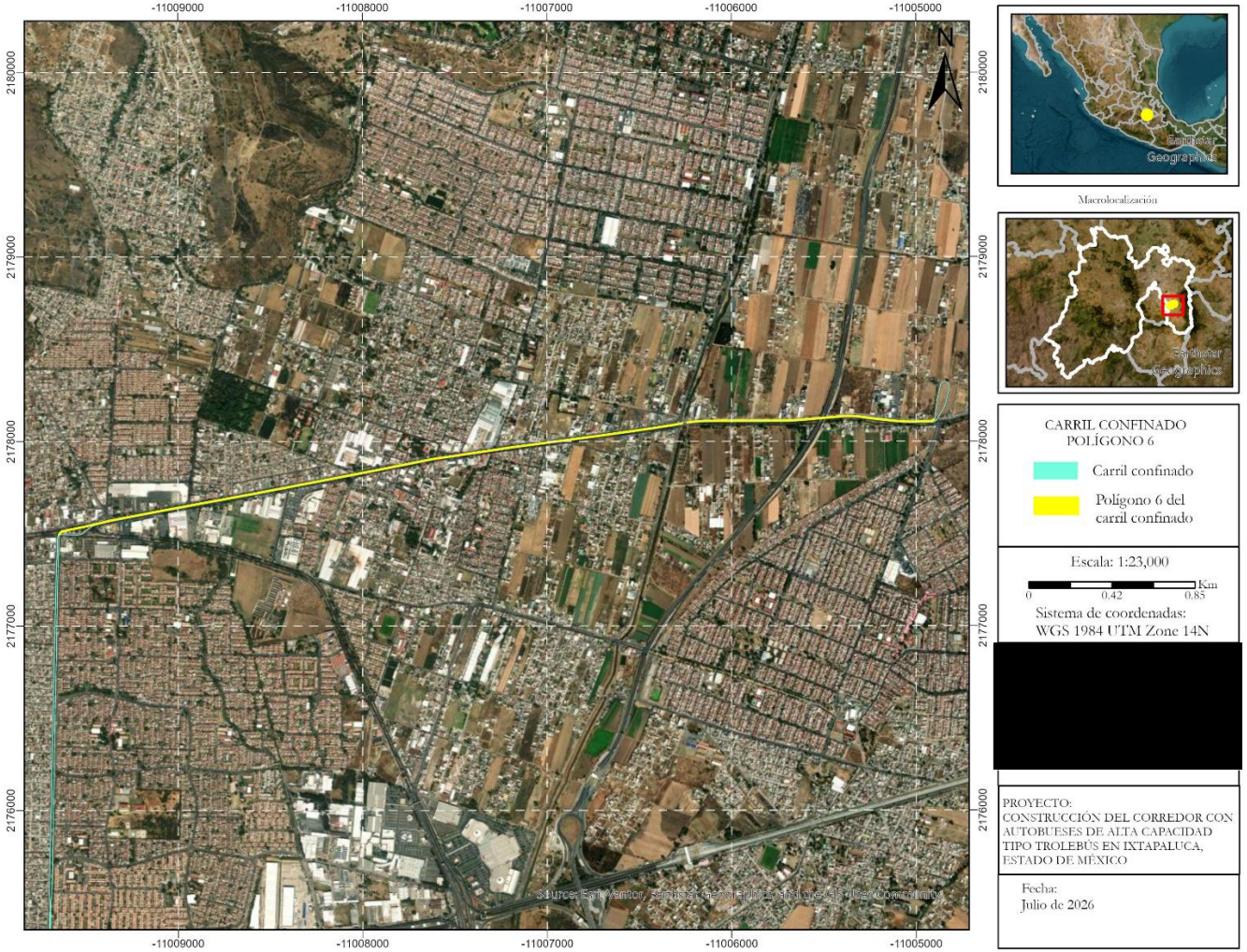


Figura 14. Superficie del Polígono 6 del carril confinado.

Tabla 7. Coordenadas del polígono 7 del carril confinado.

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
1	514,845.760	2,135,868.370
2	514,841.612	2,135,868.156
3	514,843.619	2,135,871.646
4	514,845.084	2,135,875.491
5	514,845.928	2,135,879.519
6	514,848.062	2,135,896.168
7	514,849.344	2,135,906.177
8	514,854.476	2,135,946.210
9	514,854.977	2,135,950.121
10	514,856.439	2,135,960.008
11	514,858.282	2,135,969.831
12	514,872.436	2,136,037.986
13	514,872.640	2,136,038.965
14	514,872.844	2,136,039.948
15	514,873.118	2,136,041.115
16	514,873.450	2,136,042.268
17	514,873.999	2,136,043.823
18	514,874.784	2,136,045.606
19	514,875.338	2,136,046.670
20	514,875.944	2,136,047.705
21	514,876.601	2,136,048.708
22	514,877.307	2,136,049.678
23	514,878.229	2,136,050.799
24	514,878.844	2,136,051.488
25	514,879.703	2,136,052.358
26	514,880.587	2,136,053.169
27	514,881.165	2,136,053.647
28	514,881.511	2,136,053.934

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
29	514,883.467	2,136,055.321
30	514,884.453	2,136,055.915
31	514,885.551	2,136,056.507
32	514,887.743	2,136,057.479
33	514,888.873	2,136,057.882
34	514,890.021	2,136,058.229
35	514,892.363	2,136,058.747
36	514,893.550	2,136,058.918
37	514,896.063	2,136,059.081
38	514,898.339	2,136,059.007
39	514,899.531	2,136,058.880
40	514,900.716	2,136,058.693
41	514,901.890	2,136,058.448
42	514,903.050	2,136,058.145
43	514,904.194	2,136,057.784
44	514,905.319	2,136,057.366
45	514,907.498	2,136,056.366
46	514,908.548	2,136,055.785
47	514,909.567	2,136,055.153
48	514,910.704	2,136,054.356
49	514,911.612	2,136,053.652
50	514,913.292	2,136,052.143
51	514,914.124	2,136,051.279
52	514,914.912	2,136,050.374
53	514,916.347	2,136,048.453
54	514,916.991	2,136,047.441
55	514,917.584	2,136,046.399
56	514,918.124	2,136,045.328

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
57	514,918.610	2,136,044.231
58	514,919.041	2,136,043.112
59	514,919.460	2,136,041.810
60	514,919.733	2,136,040.816
61	514,919.992	2,136,039.645
62	514,920.422	2,136,036.326
63	514,920.424	2,136,034.210
64	514,920.302	2,136,032.481
65	514,919.981	2,136,030.371
66	514,916.214	2,136,011.319
67	514,907.311	2,135,966.298
68	514,904.747	2,135,955.273
69	514,901.458	2,135,944.441
70	514,897.457	2,135,933.852
71	514,892.763	2,135,923.552
72	514,887.395	2,135,913.586
73	514,861.543	2,135,869.185
74	514,857.368	2,135,868.970
75	514,884.370	2,135,915.347
76	514,889.628	2,135,925.108
77	514,894.226	2,135,935.197
78	514,898.145	2,135,945.569
79	514,901.367	2,135,956.178
80	514,903.877	2,135,966.977
81	514,916.547	2,136,031.049
82	514,916.926	2,136,034.330
83	514,916.774	2,136,037.630
84	514,916.095	2,136,040.862

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
85	514,914.907	2,136,043.944
86	514,913.241	2,136,046.795
87	514,911.139	2,136,049.343
88	514,908.657	2,136,051.522
89	514,905.857	2,136,053.274
90	514,902.813	2,136,054.556
91	514,899.603	2,136,055.333
92	514,896.138	2,136,055.585

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
93	514,892.680	2,136,055.249
94	514,889.329	2,136,054.336
95	514,886.179	2,136,052.872
96	514,883.321	2,136,050.897
97	514,880.836	2,136,048.470
98	514,878.795	2,136,045.659
99	514,877.257	2,136,042.544
100	514,876.266	2,136,039.215

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
101	514,861.709	2,135,969.120
102	514,859.891	2,135,959.429
103	514,858.449	2,135,949.676
104	514,849.399	2,135,879.074
105	514,848.443	2,135,874.506
106	514,846.781	2,135,870.146
107	514,845.760	2,135,868.370

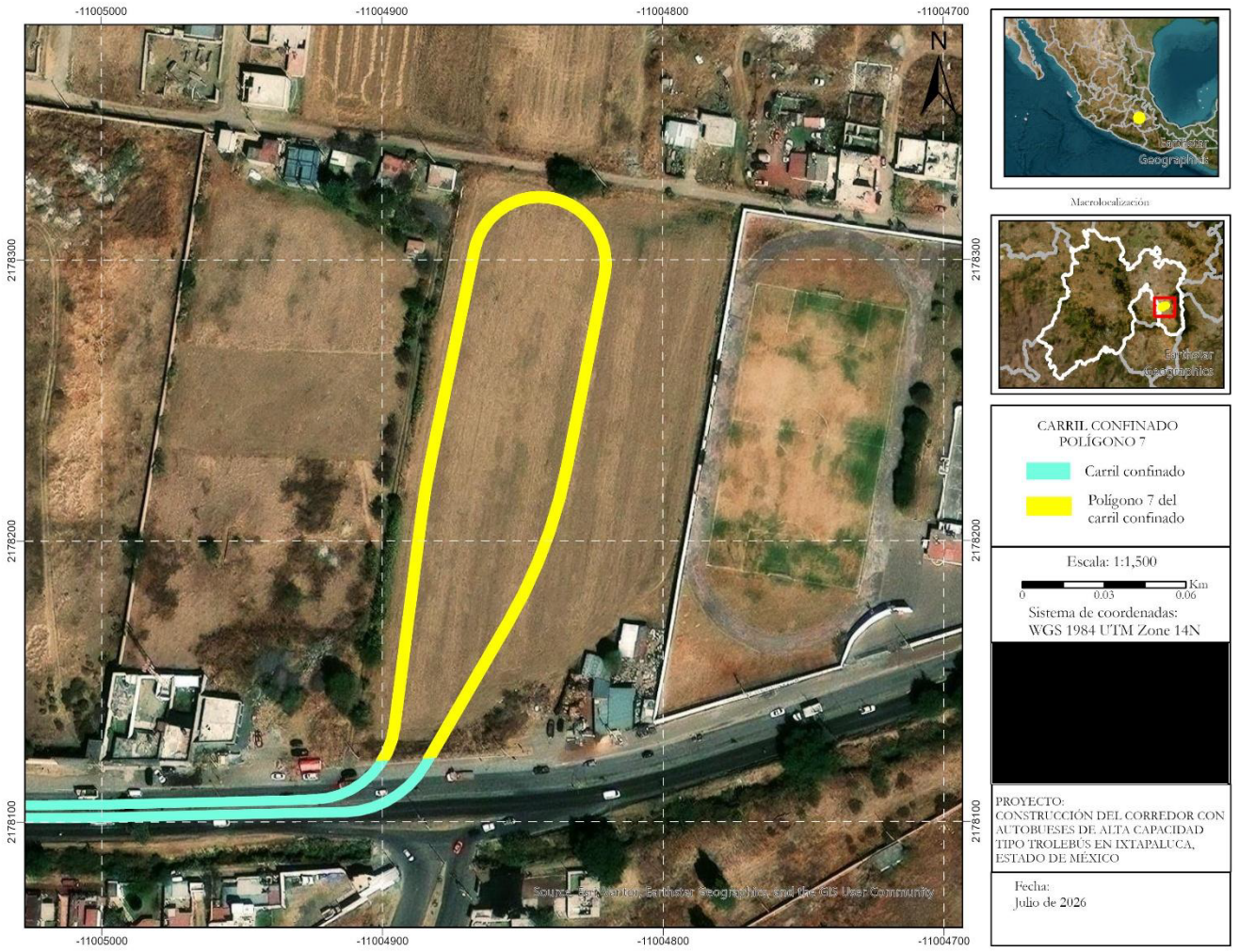


Figura 15. Superficie del Polígono 7 del carril confinado.

De esta manera, se tienen las siguientes superficies de los polígonos:

Tabla 8. Superficies de los polígonos del carril confinado.

Polígono	Superficie (m^2)
Polígono 1	15,509.44
Polígono 2	4,189.27
Polígono 3	6,259.55
Polígono 4	15,226.25
Polígono 5	6,619.58
Polígono 6	15,006.63
Polígono 7	1,465.42
Total	**64,276.14**

El total de la superficie de los polígonos del carril confinado es de aproximadamente 64,000 m^2; sin embargo, en la suma para determinar las superficies permanentes, no se considera el polígono 7, ya que está dentro del predio de la Terminal y se considera como parte de la misma superficie, por lo que si se consideran los polígonos 1-6, la suma de superficies del carril confinado queda en 62,810.72 m^2.

Por otro lado, estos son las coordenadas de los polígonos de las estaciones.

Tabla 9. Tabla de coordenadas de las estaciones.

Estación	Área Total m^2	Área estación dividida m^2	X	Y
1. CASETA VIEJA	727.5804	No aplica	508,169.8576	2,133,257.698
			508,171.9756	2,133,260.097
			508,342.4137	2,133,109.605
			508,340.2956	2133,107.206
2. TLAPACOYA	713.8415	No aplica	509,734.1225	2,133,055.405
			509,511.559	2,133,040.092

Estación	Área Total m^2	Área estación dividida m^2	X	Y
			509,511.3544	2,133,043.285
			509,733.8954	2,133,058.597
3. UES IXTAPALUCA	287.5722	No aplica	510,335.6655	2,133,924.437
			510,334.7131	2,133,878.801
			510,328.4145	2,133,878.932
			510,329.3669	2,133,924.569
4. HACIENDA OJO DE AGUA	287.5730	No aplica	510,337.4187	2,134,284.577
			510,338.1626	2,134,330.218
			510,344.4617	2,134,330.115
			510,343.7179	2,134,284.474
5. SANTA BÁRBARA	287.5729	No aplica	510,353.359	2,134,792.623
			510,352.7093	2,134,746.981
			510,346.4099	2,134,747.071
			510,347.0597	2,134,792.713
6. CARRETERA INTERNACIONAL	425.1604	224.0331 (Polígono Norte)	510,558.7607	2,135,334.651
			510,559.5101	2,135,331.436
			510,493.4326	2,135,316.029
			510,492.6826	2,135,319.246
		201.1273 (Polígono Sur)	510,570.8291	2,135,322.681
			510,570.0672	2,135,325.892
			510,629.3701	2,135,339.965
			510,630.1321	2,135,336.755
7. ACOZAC	561.3765	289.7121 (Polígono Norte)	510,918.9251	2,135,403.373
			510,918.3264	2,135,406.618
			511,004.6594	2,135,422.546
			511,005.2581	2,135,419.301
		271.6644 (Polígono Sur)	510,926.2911	2,135,393.648
			510,925.6924	2,135,396.893
			511,006.6485	2,135,411.829
			511,007.2472	2,135,408.584
8. VIGILANTES	443.0792	212.5095 (Polígono Norte)	511,554.5028	2,135,521.994
			511,553.8804	2,135,525.234
			511,617.1216	2,135,537.381
			511,617.744	2,135,534.14
		230.5697	511,556.5064	2,135,511.28
			511,555.884	2,135,514.521

Estación	Área Total m²	Área estación dividida m²	X	Y
		(Polígono Sur)	511,624.499	2,135,527.699
			511,625.1214	2,135,524.459
9. IXTAPALUCA CENTRO	561.3731	289.7042 (Polígono Norte)	512,163.664	2,135,640.309
			512,163.0194	2,135,643.545
			512,249.1182	2,135,660.694
			512,249.7628	2,135,657.458
		271.6689 (Polígono Sur)	512,171.1555	2,135,630.687
			512,170.5109	2,135,633.923
			512,251.2474	2,135,650.004
			512,251.892	2,135,646.768
10. CRUZ ROJA	442.5010	230.5601 (Polígono Norte)	512,768.9502	2,135,734.532
			512,768.5163	2,135,737.804
			512,837.7765	2,135,746.99
			512,838.2104	2,135,743.718
		211.9410 (Polígono Sur)	512,775.8065	2,135,724.455
			512,775.3738	2,135,727.718
			512,839.2096	2,135,736.184
			512,839.6424	2,135,732.922
11. CAMINO A SAN FRANCISCO	442.6615	230.5567 (Polígono Norte)	513,434.3537	2,135,826.075
			513,433.8354	2,135,829.334
			513,502.8352	2,135,840.306
			513,503.3535	2,135,837.047
		212.1047 (Polígono Sur)	513,441.4693	2,135,816.173
			513,440.9513	2,135,819.428
			513,504.547	2,135,829.541
			513,505.0642	2,135,826.291
12. SAN BUENAVENTURA	498.7690	258.3615 (Polígono Oeste)	514,857.2525	2,135,982.814
			514,871.7825	2,136,052.556
			514,875.3084	2,136,051.822
			514,860.8274	2,135,982.069
		240.4074 (Polígono Este)	514,925.0149	2,136,037.106
			514,911.8112	2,135,971.676
			514,908.2814	2,135,972.388
			514,921.4836	2,136,037.818

También se incluyen las coordenadas del nuevo puente que se va a construir, a la altura del cadenamiento 0+188.50, dentro de una superficie de aproximadamente 1000 m^2.

Tabla 10. Tabla de coordenadas del nuevo puente.

Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	508,340.351	2,133,211.039
2	508,396.526	2,133,161.786
3	508,341.063	2,133,098.973
4	508,318.574	2,133,118.835
5	508,308.644	2,133,107.592
6	508,304.896	2,133,110.902
7	508,311.516	2,133,118.397
8	508,302.147	2,133,126.672
9	508,303.802	2,133,128.546
10	508,296.307	2,133,135.165
11	508,299.644	2,133,138.944
12	508,341.105	2,133,102.803
13	508,343.158	2,133,105.128
14	508,250.403	2,133,187.046
15	508,252.058	2,133,188.920
16	508,344.807	2,133,107.007
17	508,392.821	2,133,161.374
18	508,338.695	2,133,209.166
1	508,340.351	2,133,211.039

Por otro lado, las subestaciones rectificadoras de tracción (SER) que se ubican fuera del polígono del carril confinado y que ocupan un espacio adicional, tienen las siguientes coordenadas:

Tabla 11. Tabla de coordenadas de las subestaciones rectificadoras de tracción (SER).

Estación	Área Total m^2	X	Y
1. SUBESTACIÓN TLAPACOYA	282.9639	509,735.8999	2,133,055.96
		509,735.7472	2133058.907

Estación	Área Total m²	X	Y
		509,776.1482	2,133,061.959
		509,776.3194	2,133,058.932
2. SUBESTACIÓN CARRETERA INTERNACIONAL	123.3387	510,392.496	2,135,290.08
		510,430.624	2,135,297.53
		510,432.028	2,135,290.33
		510,393.954	2,135,282.99
3. SUBESTACIÓN CAMINO A SAN FERNANDO	121.1973	513,426.979	2,135,814.28
		513,397.262	2135809.56
		513,396.856	2135812.61
		513,428.243	2135817.54
		513,430.767	2,135,817.92
		513,436.84	2,135,818.88
		513,437.308	2,135,815.92
		513,431.746	2,135,815

Adicionalmente, se muestran las coordenadas del predio destinado a la Terminal y al paradero.

Tabla 12. Vértices del predio destinado a la Terminal San Buenaventura y al paradero.

Vértices	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
1	514,966.8054	2,136,055.971
2	514,934.9716	2,135,874.232
3	514,926.4055	2,135,872.383
4	514,918.7266	2,135,870.552
5	514,910.9781	2,135,869.23
6	514,901.0518	2,135,867.753
7	514,885.7104	2,135,866.283
8	514,873.4373	2,135,865.468
9	514,855.7584	2,135,864.094
10	514,831.8647	2,135,862.33
11	514,873.8335	2,136,071.197
12	514,966.8054	2,136,055.971

Asimismo, se pretende ocupar de manera provisional una superficie de aproximadamente 2,100 m^2, la cual se encuentra dentro de la superficie del proyecto, con el objetivo de almacenar materiales y equipo para las obras. No representa una superficie de impacto adicional al ya existente, ya que se ubica en el cruce de la calle López Mateos, bajo puente de la Autopista México – Puebla (es decir, dentro de su Derecho de Vía) y el ingreso del Trolebús a Valle de Chalco, corresponde a los cadenamientos de proyecto del km 0+500 al 0+600. Se seleccionó esta área porque está desprovista de árboles.

Tabla 13. Tabla de coordenadas de la superficie temporal de obras.

Vértice	Coordenadas UTM (14N)	
	X	Y
1	508,621.9898	2,132,947.065
2	508,621.7994	2,132,952.782
3	508,621.9875	2,132,954.947
4	508,622.3528	2,132,956.787
5	508,623.0747	2,132,958.779
6	508,623.5565	2,132,960.951
7	508,624.1969	2,132,962.767
8	508,624.713	2,132,964.349
9	508,625.8414	2,132,966.175
10	508,626.8239	2,132,967.724
11	508,627.3527	2,132,968.957
12	508,628.3786	2,132,970.21
13	508,637.4857	2,132,969.246
14	508,647.9824	2,132,969.421
15	508,663.3019	2,132,969.485
16	508,689.9237	2,132,970.696
17	508,717.27	2,132,972.797
18	508,718.598	2,132,950.946
19	508,691.6083	2,132,948.435
20	508,665.455	2,132,947.141
21	508,648.7023	2,132,947.133
22	508,639.1715	2,132,947.018
1	508,621.9898	2,132,947.065

1.5 Superficies generales del proyecto.

En total se tienen las siguientes superficies permanentes, las cuales en conjunto suman un total de aproximadamente 86,000.00 m^2. La superficie de obras permanentes, incluye:

- La superficie del carril confinado (el polígono 7 del carril confinado se ubica dentro del predio de la Terminal, por lo que no se considera en la suma final)
- La superficie de las estaciones fuera del carril confinado (no se incluyen la estación San Buenaventura, que, aunque se encuentra fuera del carril confinado, se ubica dentro del predio de la Terminal)
- La superficie de las subestaciones rectificadoras de tracción fuera del carril confinado
- La superficie del puente peatonal fuera del carril confinado (considerando que una parte del mismo incide sobre el carril confinado)
- La superficie del predio donde se pretende ubicar la Terminal (en el cual se incluye la estación San Buenaventura, así como el polígono 7 del carril confinado, por lo que estos no se consideran en la suma final)

Tabla 14. Superficies de ocupación permanente.

Componente	Superficie (m^2)
Carril confinado (su superficie incluye el viaducto elevado, las estaciones y las subestaciones rectificadoras que se encuentran dentro, no incluye el polígono 7 que se encuentra dentro del predio de la Terminal)	62,810.72
Estaciones con polígonos fuera del carril confinado (no se incluyen la estación San Buenaventura, que se ubica dentro del predio de la Terminal)	3,738.87
Predio donde se ubica la terminal (en cuya superficie se incluye la estación San Buenaventura, así como el polígono 7 del carril confinado)	18,541.00

Puente peatonal	667.75
Subestaciones rectificadoras de tracción fuera del carril confinado	406.50
Total	**86,164.64**

Durante el desarrollo del proyecto, no se afectará vegetación forestal. Los ejemplares vegetales que se pretende remover, están considerados como arbolado urbano, y la gestión necesaria para dicha remoción, se hará ante las autoridades municipales correspondientes, para que éstas determinen las medidas de restitución que resulten aplicables.

Asimismo, el proyecto no incide en cuerpos de agua, zonas federales ni zonas federales marítimo-terrestres.

1.6 Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias

1.6.1 Objetivos y justificación

Con la puesta en marcha del Plan Integral para el Oriente del Estado de México por parte del Gobierno Federal dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, se impulsarán proyectos para el desarrollo y beneficio de la comunidad relativos a infraestructura carretera, transporte masivo de pasajeros y drenaje en los municipios de Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ecatepec, Ixtapaluca, La Paz, Nezahualcóyotl, Texcoco, Tlalnepantla y Valle de Chalco Solidaridad.

“La región oriente del Estado de México se ha caracterizado por una alta densidad poblacional y rezagos en servicios. Por ello, se priorizarán acciones de acceso a servicios básicos de salud, educación, vivienda digna y transporte.”

“Se fortalecerá la coordinación entre la Ciudad de México y los Municipios del oriente del Estado de México, particularmente para la planeación de infraestructura de transporte público y servicios metropolitanos.”

El Plan Nacional de Desarrollo 2025 - 2030 incorpora un enfoque estratégico para la zona oriente del Estado de México, con énfasis en Infraestructura de transporte (incluido el trolebús).

Con base a lo anterior y con la finalidad de dar solución a las diversas problemáticas asociadas con el transporte público dentro de la zona oriente del Área Metropolitana del Valle de México y en seguimiento al Plan Integral del Oriente del Estado de México, se llevara a cabo con el proceso de licitación y la ejecución de la obra del proyecto denominado Trolebús Ixtapaluca que con un servicio eléctrico de aproximadamente 10.10 kilómetros lineales, permita la operación con servicios programados, estaciones y terminales acondicionadas, flota que permita una mejor accesibilidad y reducción de emisiones contaminantes. Dicho proyecto contempla la conexión con la Línea 11 del Trolebús “Chalco-Sta. Marta”, desde el municipio de Ixtapaluca, dando conectividad a una de las zonas con mayor densidad poblacional en el oriente del Estado de México.

Por lo tanto, el objetivo general del presente proyecto es proporcionar un servicio de transporte eléctrico de pasajeros eficiente y satisfactorio, a través de una conectividad entre sistemas de transporte y mediante la incorporación en el diseño de criterios de accesibilidad, demanda y cumplimiento de la normatividad aplicable.

Los objetivos específicos son:

- Lograr una conectividad regional eficiente entre el Estado de México y la Ciudad de México, mediante el enlace de la zona de San Buenaventura y el centro de Ixtapaluca con el metro Santa Marta
- Reducir significativamente el tiempo de viaje de los usuarios que transitan diariamente desde los municipios de la zona oriente del estado de México hacia la capital, y viceversa.
- Reducir las emisiones contaminantes originadas por el uso de combustibles fósiles para la operación de los sistemas de transporte públicos
- Brindar un servicio de transporte público digno, seguro y moderno, con tarifa accesible para la población de escasos recursos que vive en las zonas periféricas.

- Construir 12 estaciones funcionales, un puente vehicular exclusivo, y mejorar la conectividad a nivel de superficie
- Reordenar el transporte público en la zona y mejorar la seguridad vial, incluyendo la construcción de puentes y accesos peatonales

Se trata de una obra de carácter federal, compuesta por el corredor y una nueva terminal. En el caso del corredor, se pretende ocupar el derecho de vía de 3 vías de comunicación:

- Autopista Federal México Puebla
- Avenida Canal de Santa Bárbara
- Carretera Federal México-Puebla

Por otro lado, la terminal se pretende instalar en un predio de 18,541 m^2, el cual presenta actualmente uso agrícola.

Lo anterior significa que el proyecto se desarrollará sobre superficie en su mayor parte ya impactada.

Al ser una obra promovida por un ente gubernamental de carácter federal, el origen de los fondos es federal.

Nota: Toda la información documental mencionada en este capítulo se encuentra en la carpeta “Anexos Capítulo 1”

1.6.2 Antecedentes

La Autopista México-Puebla fue inaugurada el 05 de mayo de 1962, esto es antes de la entrada en vigor de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (el 01 de marzo de 1988), por lo que la obra completa no cuenta con autorización en materia de impacto ambiental.

Por otro lado, la Carretera Federal México-Puebla fue inaugurada el 16 de septiembre de 1927, también antes de la entrada en vigor de la LGEEPA, por lo que tampoco cuenta con autorización en materia de impacto ambiental.

Por otro lado, la Av. Canal de Santa Bárbara cuenta con autorización en materia de impacto ambiental a nivel estatal.

1.6.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto se pretende llevar a cabo en la zona oriente de la Ciudad de México. El entorno regional se encuentra modificado. Es importante precisar que el proyecto se integrará en una zona ya impactada, donde el entorno ha sido modificado. Como se puede apreciar en los mapas del apartado 1.4.4 (Imágenes de ubicación del proyecto), las zonas adyacentes al trazo del corredor tienen uso habitacional y comercial. En el caso del predio destinado a la Terminal y paradero, el predio está catalogado como uso agrícola; sin embargo, actualmente se encuentra abandonado.

El trazo del corredor tiene una longitud de 10.10 km. La mayor parte del trazo del corredor, así como el predio destinado a la Terminal, se ubican principalmente en la zona urbana en el municipio de Ixtapaluca, en el estado de México. Una porción del tramo (972 m) se ubica en el municipio de Valle de Chalco. El entorno local también se encuentra modificado. Como se describirá en el apartado 2.2.2 (vinculación con Planes o Programas de Desarrollo Urbano), la superficie donde se pretende instalar el corredor tiene uso catalogado como vialidades existentes, mientras que el predio destinado a la Terminal se encuentra catalogado como agrícola; en dicho apartado se realiza la vinculación correspondiente.

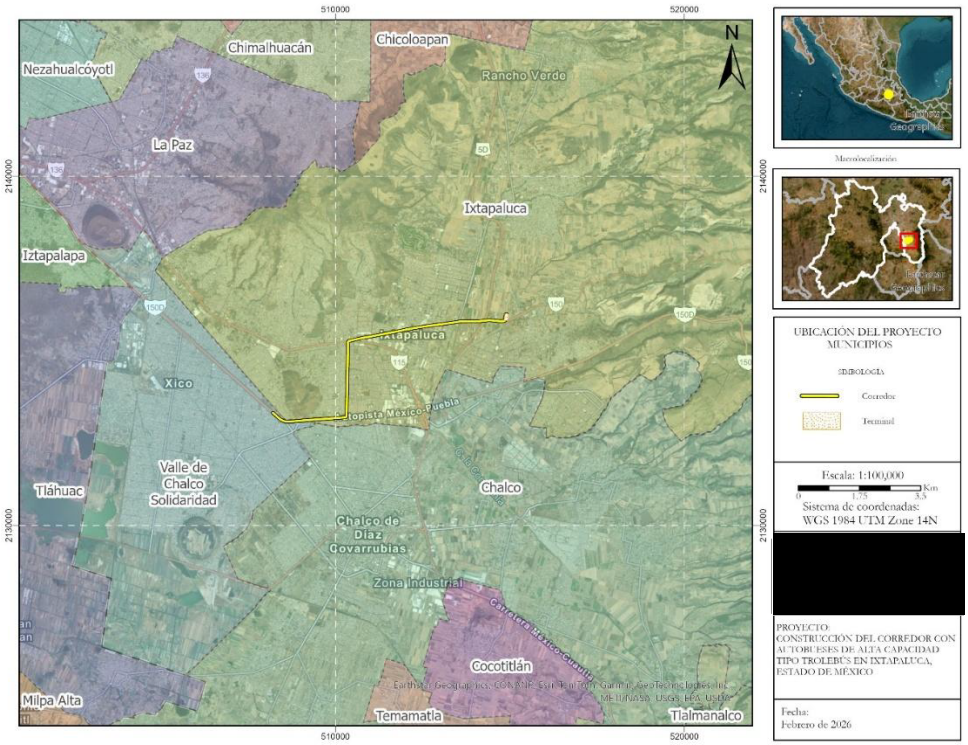


Figura 16. Ubicación del proyecto en los municipios de Ixtapaluca y Valle de Chalco

Los parámetros de diseño que se utilizarán para el diseño del proyecto del trolebús son los siguientes:

Tabla 15. Parámetros de diseño.

PARAMETRO DE DISEÑO		
No.	**Concepto**	**Parámetro**
1	Ancho de Carril Trolebús	3.50 m
2	Velocidad de proyecto	50 kph
3	Radio mínimo	20 m
4	Radio Máximo	1,527.65 m
5	Ancho de derecho de vía	No hay superficie de Derecho de Vía
5	Ancho de línea de ceros	• Carril confinado: 8 -7 m • Estaciones F1: 10.20-9.80 m • Estaciones F2: 12.90 m • Estaciones F3: 14.20 m
7	Ancho de corona	Mismas dimensiones antes citadas, no hay acotamiento
8	Ancho de calzada	Mismas dimensiones antes citadas
9	Número y ancho de acotamiento	No aplica, no hay acotamientos
10	Superficie del derecho de vía	No hay superficie de Derecho de Vía
11	Superficie de línea de ceros	73,423.96 m^2 (7.342 Ha)
12	Superficie de obras permanentes	86,164.64 m^2
13	Pendiente mínima	Se ajustará a la pendiente existente
14	Pendiente Máxima	7%
15	Sobrelevación máxima	6%
16	Estaciones separadas	7 estaciones
17	Estaciones conjuntas	5 estaciones

PARAMETRO DE DISEÑO		
No.	**Concepto**	**Parámetro**
18	Intersecciones semaforizadas	11 intersecciones
19	Catenaria	Central y a orilla de vialidad

Como se ha mencionado, se pretende instalar la Estación Terminal San Buenaventura y un paradero para el transporte público.

Dichas instalaciones se ubicarán en un predio de 18,541 m^2.

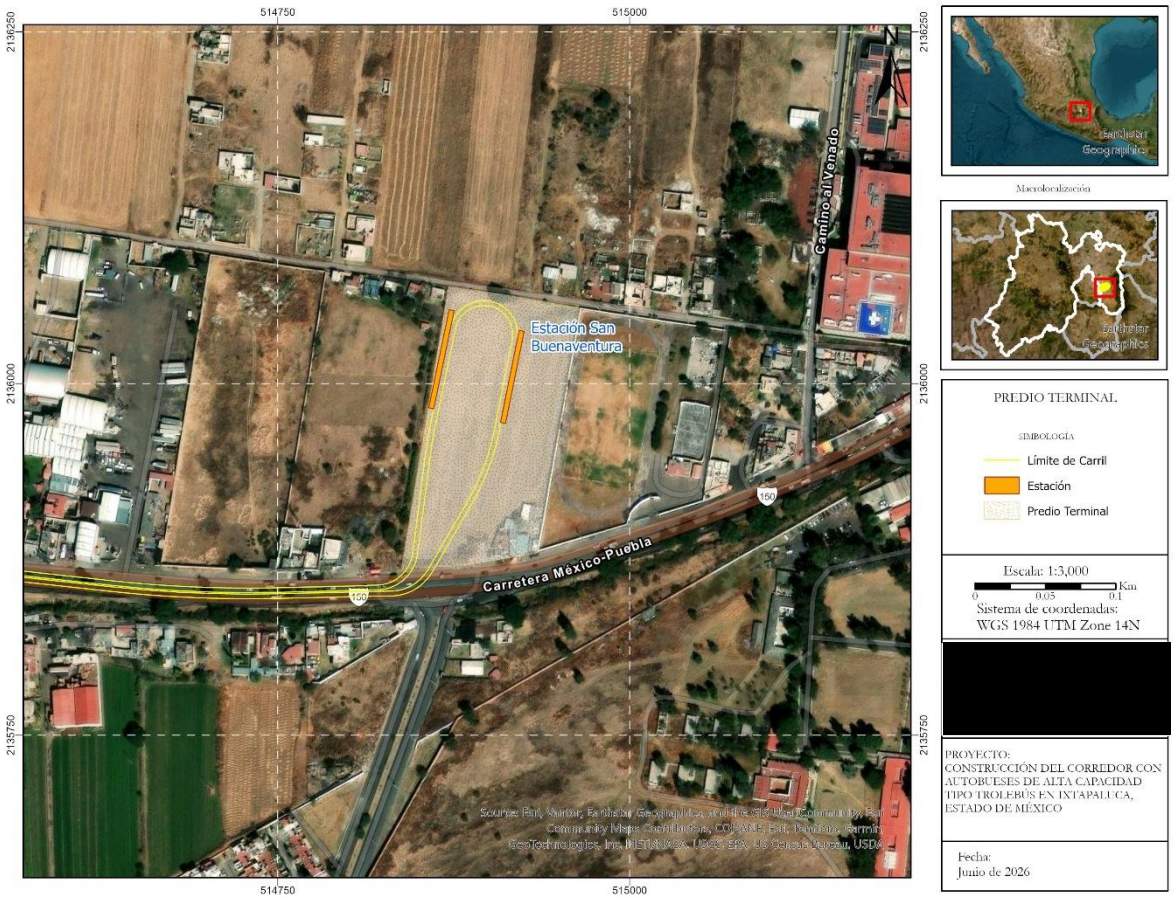


Figura 17. Predio donde se ubicarán la Estación Terminal San Buenaventura y el paradero

1.6.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área donde se pretende desarrollar el proyecto ya se encuentra impactada.

Asimismo, ya cuenta con servicios de luz, agua y electricidad. Para las actividades de preparación del sitio y construcción, se requiere agua, la cual se suministrará a través de pipas

1.7 Características particulares del proyecto

Se tienen los siguientes componentes principales del proyecto:

- Carril confinado
- Viaducto elevado
- Vehículos
- Estaciones
- Sistema eléctrico (para la tracción de los vehículos)

A continuación, se describen las características de los componentes del proyecto.

1.7.1 Carril confinado

Se confinarán los carriles para la circulación de los trolebuses en los tramos de la autopista México-Puebla desde el km 0+000.00 (conexión con la línea 11 del Trolebús Santa Marta-Chalco) hasta el km 2+000.00 (donde comienza el Viaducto Elevado), desde el km 2+445.00 (donde termina el Viaducto), donde se incorporarán 2 ejes auxiliares, ya que en la Av. Santa Bárbara existe un camellón central sobre

la Av. Santa Bárbara y con la intención de no afectar las áreas verdes con excepción de las zonas donde se ubicarán las Estaciones UES Ixtapaluca, Estación Ojo de Agua y Estación Santa Bárbara, los carriles del trolebús se separan manteniendo el eje de proyecto al centro del camellón y los auxiliares se propusieron a 0.50 m de la guarnición del camellón central para que del km 2+445 al km 4+660 rijan estos ejes para el proyecto.

En la avenida Santa Bárbara se están considerando realizar 3 intersecciones semaforizadas, la ubicación de 3 estaciones y el carril del trolebús mantendrá un ancho de 3.50 m, cabe mencionar que el ancho de las vialidades existentes son variables, por lo que una vez incorporando el carril del trolebús, se asignarán anchos de 3.00 m para los carriles de circulación.

Estas intersecciones se consideran para realizar un reordenamiento vial, ya que actualmente las dos vialidades de la Av. Santa Bárbara son bidireccionales, por lo cual con esta implementación se pretende tener un sentido por vialidad.

A continuación, se marcan los kilometrajes en donde se encuentran las Estaciones de la Av. Santa Bárbara:

- Estaciones UES Ixtapaluca, del Km 2+960 al km 3+005 del eje de proyecto.
- Estación Ojo de Agua, del km 3+362 al km 3+410 del eje de proyecto.
- Estación Santa Bárbara, del km 3+824 al km 3+430 del eje de proyecto.

En el km 3+900 del eje de proyecto encontramos el cruce de la Carretera federal Cuautla – México con la Va. Santa Bárbara, el cual se desarrollará como un cruce semaforizado, debido a que en este cruce también se hace el cambio direccional del sentido del trolebús debido a las estaciones que se encuentran sobre la Av. México - Av. Cuauhtémoc, ya que estas estaciones se consideran como separadas. Para este cruce la semaforización considerara fases para movimiento direccional incluyendo las dos fases que necesita el trolebús.

En el Entronque en el que convergen la Carretera internacional, Av. México y al Carretera Federal se encuentra la estación Carretera internacional, la cual se rige por los Ejes auxiliares ya que la estación se encuentra desfasada respecto al sentido de circulación de los trolebuses, considerando la estación sentido Av. Cuauhtémoc – Santa Barbara ubicada en el km 4+500 al km 4+555 del Eje 1 Aux, y la estación

sentido Av. Cuauhtémoc – San Buenaventura ubicada en el km 4+130 al km 4+185 del Eje 2 Aux.

El eje Auxiliar 1 termina en el km 3+208.00 y el eje Auxiliar 2 termina en el km 4+208.43 los cuales se ligan con el eje de proyecto en el km 4+208.44 que regirá a partir de este kilometraje hasta el final llegando a la Estación San Buenaventura.

A partir del km 4+208.44 la catenaria pasara al centro de la vialidad destinada para el trolebús considerando un ancho para albergar esta de 1.00 m considerando 0.50 m a cada lado del eje, posteriormente se coloca el eje del trolebús considerando un ancho de 3.50 m, las pendientes que se manejan para el trolebús serán las mismas de la vialidad existente

Sobre la Avenida Cuauhtémoc se encuentran unos pequeños camellones de aproximadamente 0.50 m, los cuales se tendrán que retirar por la incorporación del carril confinado del trolebús; se ampliará la calzada de rodamiento, esto para que se puedan albergar los carriles de circulación de la vialidad, cabe mencionar que los carriles de circulación para los vehículos tendrán un ancho de 3.00 m y debido a la configuración existente, en algunos puntos se pondrán albergar 3 carriles y en algunos puntos particulares se tendrán 2 carriles, esta configuración parte desde la Estación Carretera internacional hasta la Estación Camino a San Francisco.

En el tramo de la Avenida Cuauhtémoc se están considerando tener 5 estaciones y 6 intersecciones semaforizadas.

Las estaciones se encuentran en los siguientes kilometrajes del eje de proyecto:

- Estación Acozac, del km 4+970 al km 5+025.
- Estación Vigilantes, del km 5+590 al km 5+645.
- Estación Ixtapaluca Centro, del km 6+235 al km 6+290.
- Estación Cruz Roja, del km 6+830 al km 6+885.
- Estación Camino a San Francisco, del km 7+500 al km 7+555.

En tanto las intersecciones semaforizadas se encuentran en los siguientes cruces:

- Av. Cuauhtémoc – Blvd. Acozac.
- Av. Cuauhtémoc – Calle Vigilantes.

- Av. Cuauhtémoc – Calle Centenario.
- Av. Cuauhtémoc – Calle 2 de marzo.
- Av. Cuauhtémoc – Calle San Francisco.

De cruce de la Av. Cuauhtémoc con la Calle San Francisco inicia el tramo ejidal, cabe mencionar que este tramo se subdividió en 2 subtramos, el primero corre de la Estación San Francisco a el bajo puente del circuito Mexiquense y del Circuito Mexiquense a la Estación San Buenaventura.

En el primer subtramo se consideró tener la ampliación de la vialidad al norte sobre el camino ejidal existente, con la finalidad de evitar la zona arbolada que se encuentran en la margen derecha de la carretera actual, así mismo el trazado del trolebús tanto horizontalmente como verticalmente consideran la misma geometría con la que cuenta la carretera, la configuración mantiene la catenaria al centro y posteriormente los dos carriles de 3.50 m que serán confinados para el trolebús. Bajo el puente de Circuito Exterior Mexiquense se revisó y no tiene problema por albergar los dos carriles de circulación existente, los dos carriles del trolebús y el especio destinado a catenaria.

En el segundo subtramo la ampliación de la vialidad se realizará de ambos lados de la carretera actual con la cual no tendremos afectación a las edificaciones existentes y al canal de aguas que corre por la margen derecha del camino actual. La descripción de la incidencia del proyecto sobre canales o cuerpos de agua se describe en el apartado 1.11.2.

Llegando al cruce con la avenida San Buenaventura se tiene considerado un cruce semaforizado, el cual permitirá el acceso de los trolebuses a la estación San Buenaventura y al sistema de Transporte Público al Cetram denominado San Buena Ventura.

Es importante mencionar que el radio de giro del eje de proyecto en la zona de cruce para el acceso a la última estación es de 30.11 m, siendo este mayor al radio mínimo de 20 m que se indicó en los parámetros de diseño, lo cual garantiza que el trolebús circulara de forma segura a la estación final. Dentro de la zona de estación se está considerando un radio de 20 m para la conexión de las estaciones de descenso y ascenso de usuarios.

El Cetram para el Transporte público considera un radio interno de 9.50 m de radio interno, el cual garantiza la circulación de los vehículos tipo B y A para el acceso a la zona de ascenso y descenso de usuarios.

En cuanto a la composición del carril se contempla que sea de carpeta asfáltica del km 0+000.00 hasta el inicio del Viaducto Elevado y posteriormente será de pavimento rígido.

A continuación, se presentan los datos del proyecto conforme al tipo de actividad, que corresponde a vías generales de comunicación.

La documentación relacionada con el trazo del corredor, se encuentra en la subcarpeta “Topografía” de la carpeta “Anexos Capítulo 1”.

1.7.2 Viaducto Elevado

Se ubicará en el cruce de la Autopista 150D con la Av. Canal de Santa Bárbara. Tendrá una longitud de 440 m, será de pavimento rígido y tendrá una pendiente máxima de 6%. El resto de las características se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 16. Características del Viaducto.

Viaducto	
Longitud	440 m
Radio	60.311 m
Velocidad de Proyecto	50 kph
Pavimento	Rígido
Pendiente máxima	6%

Altura máxima de muro mecánicamente estabilizado (MME)	2.50 m



Figura 18. Viaducto Elevado

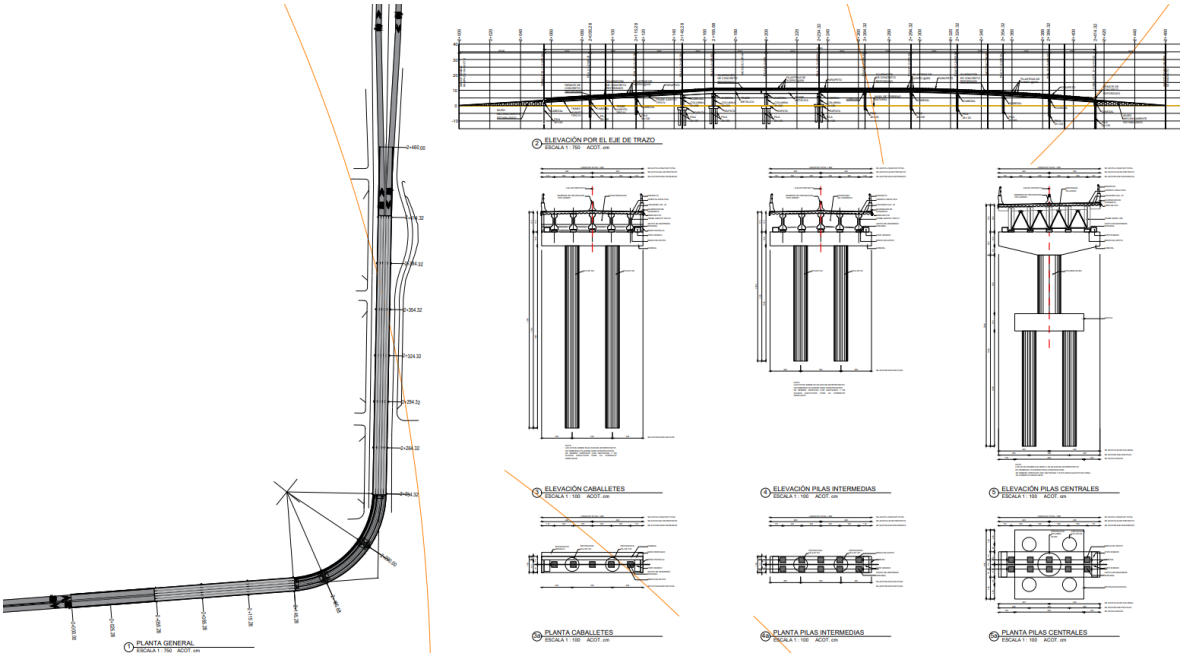


Figura 19. Vista altitudinal del viaducto elevado

1.7.3 Vehículos

El vehículo de diseño que se utilizará para el diseño del proyecto será el siguiente:

Vehículo eléctrico tipo trolebús Articulado de 18 m de lago modelo ZK 5180C, el cual considera un radio de giro mínimo de 20 m.

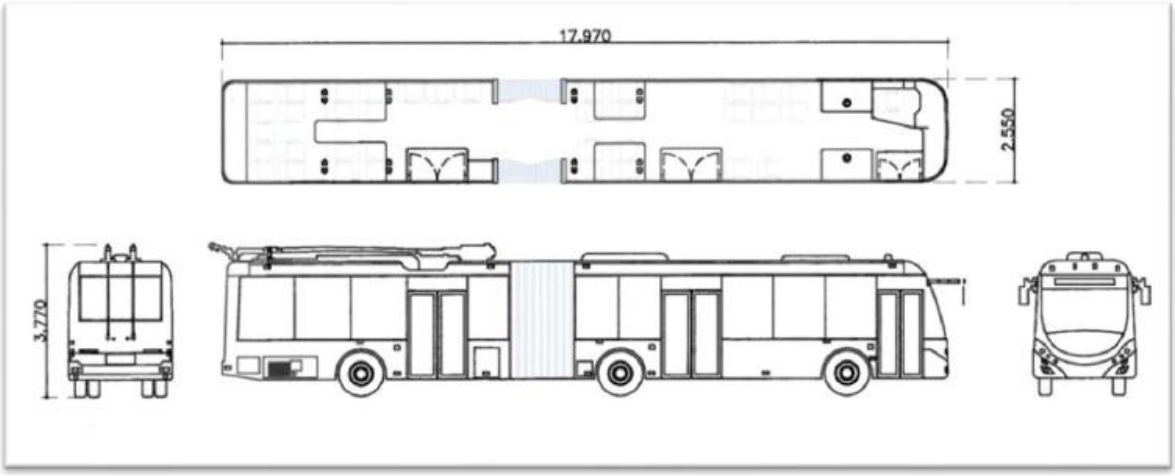


Figura 20. Vehículo tipo trolebús

Los vehículos tienen las siguientes características operacionales:

Tabla 17. Características operacionales del trolebús articulado serie 21000 y 24000.

Características	Descripción
Serie	21000, 24000
Marca	Yutong
Modelo	ZK5180C
Año	2021 y 2023
Largo	18.00 m
Ancho	2.55 m
Altura	3.77 m
Peso vacío	18,100 kg
Peso bruto vehicular	28,200 kg

Características	Descripción
Asientos	36 + 1
Pasajeros pie	106
Pasajeros totales	142
Velocidad máxima	60 km/h
Velocidad máxima reversa	5 km/h
Neumáticos	295/80 R22.5
Número de ejes	3
Origen	Chino
Cantidad de unidades	152

Los sistemas que componen las unidades del trolebús son las siguientes:

- Sistema mecánico. Se encarga de dar movimiento y dirección a un vehículo, a continuación, se muestran los componentes más importantes de este sistema:
  - Freno de Estacionamiento
  - Suspensión.
  - Eje trasero y delantero.
  - Diferencial.
  - Ruedas.
  - Flecha cardan.
  - Masas.
  - Disco y Caliper
- Sistema neumático. Aprovecha la presión y volumen del aire comprimido por un compresor de aire y lo transforma por medio de actuadores (cilindros y motores), que con movimientos rectilíneos y de giro, se usan para automatizar la maquinaria en casi todas las industrias. A continuación, se muestran los componentes más importantes de este sistema:
  - Válvulas
  - Compresora
  - Depósitos de aire
  - Puertas (Cilindro de puerta)

- Sistema eléctrico de baja tensión. Este sistema controla toda la alimentación de baja tensión (24 Volts):
  - Tablero de control
  - Luces exteriores
  - Luces interiores
  - Servicios
  - Batería de baja
- Sistema eléctrico de alta tensión. Este sistema controla toda la alimentación de alta tensión tanto en volts de corriente directa (600 VCD), como los volts de corriente alterna (VCA) en alto voltaje y son:
  - Motor de tracción trifásico
  - Motor auxiliar de compresora
  - Contactores y relevadores
  - Resistencias principales y auxiliares
  - Convertidor electrónico
  - Motor de dirección eléctrica asistida
  - Módulos de alta tensión
- Sistema de motor de tracción. Es aquel que, mediante un motor eléctrico y componentes electrónicos, permite desplazar a un vehículo partiendo en posición de reposo y dando la fuerza de tracción y movimiento a los ejes y las ruedas de la unidad. En este caso se compone de:
  - Motor asíncrono trifásico de imán permanente.
  - Motor principal de 449 KW
  - Corriente alterna
- Sistema de carrocería. Es el sistema que da forma al Trolebús, brindando seguridad y comodidad a nuestros usuarios durante el viaje, así como en su ascenso y descenso, también resguarda los demás sistemas que componen al Trolebús, protegiendo los aditamentos necesarios para la tracción, iluminación, dirección y otros sistemas internos. Se compone de:
  - Chasis
  - Laminación
  - Cristales

1.7.4 Estaciones

Se tendrá un total de 12 estaciones, las cuales se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 18. Estaciones del proyecto “Trolebús Ixtapaluca”.

Estaciones		
No.	**Nombre**	**km**

Estaciones		
1	Caseta Vieja	0+100
2	Tlapacoya	1+500
3	UES Ixtapaluca	2+980
4	Ojo de Agua	3+380
5	Santa Barbara	3+840
6	Carretera Internacional	4+600
7	Acozac	5+000
8	Vigilantes	5+600
9	Ixtapaluca Centro	6+260
10	Cruz Roja	6+860
11	Camino a San Francisco	7+540
12	San Buenaventura	9+250

Las estaciones son de 2 tipos: separadas y conjuntas. En la siguiente tabla se muestran las estaciones separadas.

Tabla 19. Estaciones separadas.

Estaciones Separadas		
No.	**Nombre**	**km**
6	Carretera Internacional	4+600
7	Acozac	5+000
8	Vigilantes	5+600
9	Ixtapaluca Centro	6+260
10	Cruz Roja	6+860
11	Camino a San Francisco	7+540
12	San Buenaventura	9+250

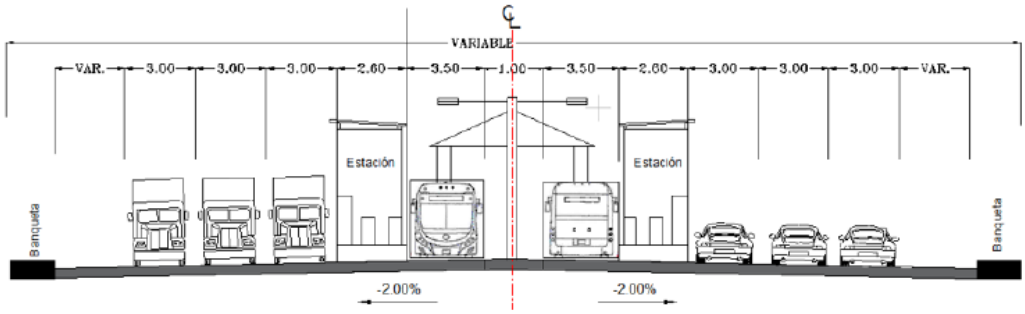


Figura 21. Sección tipo de las estaciones separadas

Por otro lado, en la siguiente tabla se muestran las estaciones conjuntas:

Tabla 20. Estaciones conjuntas.

Estación Conjunta		
No.	**Nombre**	**km**
1	Caseta Vieja	0+100
2	Tlapacoya	1+500
3	UES Ixtapaluca	2+980
4	Ojo de Agua	3+380
5	Santa Barbara	3+840

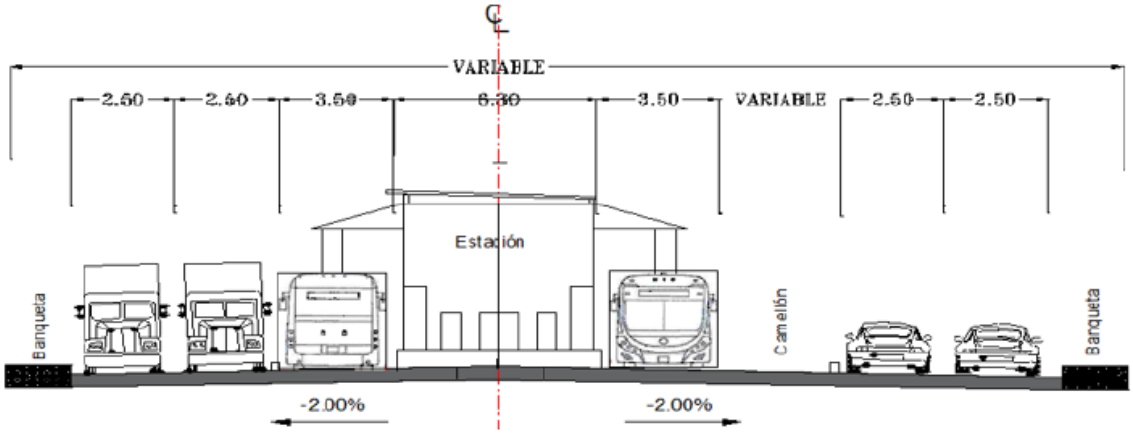


Figura 22. Sección tipo de las estaciones conjuntas

1.7.4.1 Criterios de diseño

La configuración de las estaciones deriva de la geometría de las vialidades existentes y proyectadas, así como del análisis de demanda y movilidad correspondiente al corredor.

La propuesta arquitectónica parte de un principio fundamental: generar una identidad coherente con el sistema de trolebús existente, permitiendo que los usuarios reconozcan fácilmente las estaciones dentro del entorno urbano y comprendan intuitivamente su funcionamiento.

El diseño de las estaciones estará en concordancia con los resultados de demanda y el estudio de Ingeniería de Tránsito, en el que, a partir de las condiciones de las vías sobre las que se propone su implementación, se realice una propuesta que permita una fácil accesibilidad de los usuarios y que afecte en lo mínimo a la operación vehicular existente.

1.7.4.2 Programa arquitectónico

El programa arquitectónico de la estación, de acuerdo con los Términos de Referencia proporcionados por el cliente, considera los siguientes espacios:

- Plazoleta de acceso

- Acceso

- Área de peaje

- Área de torniquetes

- Área de ascenso y descenso

- Circulación de andén

- Sanitario

- Vigilancia

- Cuarto eléctrico

- Cuarto de telecomunicaciones

1.7.4.3 Funcionamiento de la estación

El funcionamiento de la estación se organiza mediante una secuencia clara de acceso, control y abordaje, evitando interferencias entre flujos peatonales y operación vehicular.

El recorrido del usuario se compone de:

1. Acceso desde espacio público o puente peatonal.

2. Ingreso a plazoleta de acceso.

3. Paso por área de peaje y torniquetes de control de accesos.

4. Circulación del andén.

5. Acceso a zona de espera.

6. Puertas de ascenso y descenso en andén.

1.7.4.4 Accesibilidad universal

El proyecto incorpora criterios de accesibilidad universal mediante:

- Rampas con pendientes normativas no mayores al 6% ni de largos mayores a 9 m.

- Circulaciones continuas y libres de obstáculos.

- Integración de guías podo táctiles.

- Superficies antiderrapantes.

- Espacios de maniobra para usuarios con movilidad reducida.

- Recorridos accesibles desde espacio público hasta zonas de abordaje.

1.7.4.5 Seguridad y evacuación

La estación considera criterios de seguridad humana y evacuación compatibles con infraestructura de transporte público de alta capacidad, tomando como referencia la NFPA 130 y la NFPA 101.

El proyecto contempla:

- Rutas de evacuación claras y visibles.

- Recorridos continuos hacia salidas seguras.

- Salidas de emergencia estratégicamente distribuidas.

- Espacios libres de obstrucciones.

- Iluminación y señalización de emergencia.

- Visibilidad continua en áreas de circulación.

El dimensionamiento de puertas de emergencia y rutas de evacuación considera la ocupación máxima

estimada y los tiempos de desalojo requeridos para infraestructura de transporte público.

1.7.4.6 Propuesta arquitectónica

La propuesta busca mejorar la conectividad peatonal entre sectores actualmente segregados por la infraestructura vial existente, generando un punto de conexión seguro, accesible y funcional para los usuarios del sistema.

- Acabados

La selección de acabados para la estación se rige por los siguientes criterios:

- Alta durabilidad y resistencia al uso intensivo.

- Bajo mantenimiento.

- Resistencia al vandalismo.

- Seguridad del usuario.

- Respuesta adecuada ante condiciones ambientales exteriores.

- Muros

La configuración de muros para las áreas técnicas y operativas de la estación responde principalmente a criterios de seguridad contra incendio, durabilidad y compatibilidad con las necesidades operativas del sistema de transporte.

Derivado de los requerimientos normativos de resistencia al fuego para cuartos técnicos, eléctricos y de telecomunicaciones, el proyecto estructural contempla el uso de muros divisorios y perimetrales a base de block macizo de 15 x 20 x 40 cm marca IBMEX o equivalente aprobado, debido a sus propiedades de resistencia al fuego, alcanzando una clasificación aproximada de hasta 4 horas, compatible con los requerimientos de compartimentación y protección establecidos para este tipo de espacios técnicos.

Asimismo, de acuerdo con el cálculo estructural del proyecto, se consideran algunos muros de concreto armado que igualmente cumplen con los requerimientos de resistencia al fuego necesarios para las áreas técnicas y operativas de la estación.

Como acabado final en interiores se propone un sistema de microcemento color blanco con terminado mate y espesor máximo aproximado de 7 mm, aplicado sobre superficies previamente niveladas y plomeadas. En muros de block, el sistema considera una capa previa de mortero cemento-arena que permite regularizar el sustrato, corregir imperfecciones y garantizar una superficie uniforme para la correcta adherencia y desempeño del acabado final. En muros de concreto, el sistema podrá aplicarse directamente sobre el sustrato debido a las mejores condiciones de uniformidad y estabilidad superficial propias del elemento estructural.

El sistema contempla además refuerzo mediante malla de fibra de vidrio en juntas frías entre elementos estructurales y muros divisorios, permitiendo reducir riesgos de fisuración superficial derivados de movimientos diferenciales entre materiales.

En exteriores se propone un revestimiento de microcemento impermeable color gris perla con acabado mate, incorporando capa base impermeable y sellador de protección para intemperie. Este sistema permite generar superficies resistentes a humedad, lluvia, radiación solar y variaciones térmicas, manteniendo al mismo tiempo una imagen homogénea dentro del corredor.

Particularmente para el cuarto IHS, previo a la aplicación del acabado final se considera un sistema impermeabilizante para muro tipo Sika Zero Salitre o equivalente aprobado, funcionando como barrera contra salitre, humedad y

formación de moho, condiciones relevantes para espacios que albergan infraestructura sensible de telecomunicaciones y equipos electrónicos.

Para cuartos eléctricos y de telecomunicaciones se especifica adicionalmente un recubrimiento epóxico de altos sólidos de dos componentes tipo Sikagard®-62 o equivalente aprobado, libre de solventes y no flamable, aplicado en capa continua sobre superficie preparada.

El sistema contempla igualmente refuerzo con malla de fibra de vidrio en juntas y fisuras, mejorando el comportamiento del acabado ante movimientos y posibles microfisuras del sustrato.

- Pisos

La selección de acabados en piso para la estación responde a criterios de resistencia al uso intensivo, seguridad del usuario, compatibilidad con las condiciones operativas del sistema y facilidad de mantenimiento, diferenciando materiales según las necesidades específicas de cada área funcional.

En las áreas de andén y circulación pública se propone el uso de loseta prefabricada de concreto de alta resistencia, debido a su comportamiento adecuado ante tránsito peatonal continuo, resistencia a abrasión y facilidad de mantenimiento en exteriores. Este sistema permite además la integración de elementos de accesibilidad universal mediante pavimentos podotáctiles de advertencia y dirección en zonas de aproximación y abordaje, facilitando la orientación y seguridad de personas con discapacidad visual.

Asimismo, en áreas de vigilancia y sanitarios se considera la utilización de piso cerámico antiderrapantes, garantizando condiciones adecuadas de seguridad para los usuarios y el personal operativo, particularmente en zonas susceptibles a humedad o limpieza frecuente.

En las zonas de nariz de andén y rampas se considera acabado de concreto martelinado, debido a sus propiedades antiderrapantes y su mejor desempeño en áreas expuestas a humedad, lluvia y tránsito constante de usuarios. Este acabado permite incrementar la fricción superficial y mejorar las condiciones de seguridad peatonal, particularmente en puntos de transición, cambio de nivel y aproximación al área de abordaje. Además de contar con una capa de impermeabilizante de poliuretano alifático sikalastic 625 que funciona en espacios de alta resistencia al uso.

Para los cuartos técnicos, eléctricos, IHS y de telecomunicaciones se especifica un sistema de recubrimiento epóxico autonivelante conductivo (ESD) tipo Sikafloor®-2350 ESD o similar, aplicado sobre capa primaria a base de Sikafloor®-151 o

equivalente, en sistema continuo sin juntas y con espesor aproximado de 2 a 3 mm sobre losa de concreto previamente preparada el cual funciona como nivelante. La selección de este sistema responde a las recomendaciones técnicas del fabricante por su uso es espacios multipropósitos que albergan equipos eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones sensibles, debido a sus propiedades disipativas de electricidad estática (ESD), las cuales permiten controlar la acumulación y descarga electrostática sobre la superficie, reduciendo riesgos de afectación a equipos y sistemas electrónicos, Además de ser resistente a altas temperaturas y a humedad.

Adicionalmente, el sistema presenta:

- Alta resistencia mecánica y al desgaste.

- Resistencia química y facilidad de limpieza.

- Resistencia a la humedad (congruente para el cuarto IHS).

- Superficie continua sin juntas que reduce acumulación de polvo.

- Compatibilidad con ambientes técnicos y áreas con equipos sensibles.

- Bajo mantenimiento y larga vida útil en condiciones de operación intensiva.

- Estas características lo hacen adecuado para cuartos eléctricos, cuartos de telecomunicaciones e infraestructura IHS, donde se requiere proteger equipos y garantizar condiciones controladas de operación conforme a recomendaciones habituales para espacios técnicos especializados.

- Cubiertas

Material propuesto: Policarbonato en tono humo sobre estructura metálica

La propuesta arquitectónica contempla cubiertas con geometría curva, por lo que el uso de policarbonato permite adaptarse de manera más eficiente a radios y transiciones curvas sin requerir soluciones especiales complejas o incrementos significativos en peso estructural, a diferencia de sistemas tipo multitecho o panel sándwich, cuya modulación rígida limita su aplicación en geometrías curvas y dificulta su integración formal dentro del diseño arquitectónico planteado.

Adicionalmente, el policarbonato de 16 mm proporciona un adecuado equilibrio entre ligereza estructural, resistencia mecánica y control térmico, permitiendo el paso controlado de iluminación natural y reduciendo la ganancia térmica y el deslumbramiento en áreas de espera. Su bajo peso contribuye a optimizar las

cargas sobre la estructura metálica de soporte, favoreciendo sistemas constructivos más ligeros y eficientes.

Asimismo, presenta alta resistencia al impacto, buen comportamiento ante condiciones climáticas exteriores y menores requerimientos de mantenimiento, características particularmente adecuadas para infraestructura pública de transporte con exposición permanente a intemperie y uso intensivo.

- Fachadas

Material propuesto: Sistema de cerramientos a base de marcos metálicos con malla de acero expandido romboidal, faldones de lámina continua y puertas tipo cortina metálica de línea tipo celosía con operación manual.

La incorporación de cortinas metálicas permite el cierre total de la estación en horarios no operativos, garantizando control de accesos y protección de las instalaciones y equipos. Asimismo, el uso de puertas tipo celosía favorece una instalación más sencilla, reduce costos de mantenimiento y permite conservar ventilación natural aun cuando la estación se encuentra cerrada.

Complementariamente, se incorporan faldones de lámina continua en áreas inferiores y cajones de instalaciones, permitiendo proteger los equipos técnicos y generar barreras parciales contra lluvia y escurrimientos, mejorando las condiciones de resguardo para los usuarios en zonas de espera y circulación.

- Alturas

Las alturas propuestas para las estaciones derivan de la integración del sistema de catenaria del trolebús con la estructura arquitectónica, así como del cumplimiento de criterios de seguridad eléctrica, operación vehicular y normatividad vigente en materia de instalaciones eléctricas en vía pública.

- Integración del Sistema de Catenaria

Se establece que el sistema de catenaria se adosa estructuralmente a la estación, bajo los siguientes principios:

• Evitar la construcción de un sistema independiente de postes o pórticos, reduciendo interferencias urbanas.

• Mantener la continuidad del sistema eléctrico del trolebús, sin interrupciones en el tramo.

• Optimizar el uso de la estructura como elemento multifuncional (soporte + arquitectura).

• Generar un solo sistema de empotramiento a la estructura de tal manera que pueda repetirse en todos los tipos de estación reduciendo errores en obra.

La altura propuesta desde nivel de rodamiento hasta el punto de contacto de la catenaria es de 5.50 m.

• De acuerdo con manuales y referencias internacionales de sistemas de trolebús (PROY-NOM-018-CRE-2020 de la Comisión Reguladora de Energía), la altura de catenaria se encuentra entre: 5.0 m y 6.0 m sobre nivel de rodamiento, dependiendo del contexto urbano, para zonas con tránsito vehicular se establecen 5.5m sobre nivel de rodamiento.

La NOM-001-SEDE-2012 establece que:

• Las partes vivas energizadas deben mantenerse fuera del alcance de personas y elementos constructivos, mediante distancias de seguridad adecuadas.

• Se deben considerar condiciones de operación real (movimiento, deformaciones, temperatura).

Se adopta una separación de ≈ 1.00 – 1.10 m respecto a elementos metálicos

Dado que la estación incorpora cubiertas curvas para protección climática del usuario, se requiere:

• Mantener la distancia de seguridad por encima y por debajo de la catenaria.

• Evitar cualquier interferencia entre:

  o El trolebús (incluyendo pértigas en movimiento).

  o La cubierta.

  o La estructura metálica.

• La sección resultante incrementa la altura total de la estación a un total de ≈ 7.00m de altura.

• Con esta altura se garantiza que:

o No exista riesgo de contacto entre el trolebús y la cubierta durante maniobras de aproximación.

o Se mantenga un margen seguro considerando tolerancias de operación, oscilaciones y variaciones dinámicas del sistema.

Durante el proceso de aproximación del trolebús a la estación:

• El vehículo reduce su distancia lateral respecto al andén.

• Las pértigas mantienen contacto con la catenaria con cierto grado de movimiento y flexibilidad.

Riesgos evitados con la elevación de la cubierta por encima de la altura de la catenaria:

• Contacto accidental entre pértigas y estructura.

• Generación de arcos eléctricos por proximidad.

• Interferencia con la cubierta en maniobras no perfectamente alineadas.

Por lo tanto, la altura no solo responde a un valor estático, sino a condiciones dinámicas de operación y seguridad del usuario.

La estación se desarrolla mediante una modulación estructural predominante de 6.00 m entre ejes, permitiendo estandarizar elementos estructurales, optimizar procesos constructivos y facilitar la repetición de componentes dentro del corredor.

La modulación propuesta permite:

- Simplificar procesos constructivos.

- Facilitar fabricación y montaje

- Optimizar costos de estructura y cubierta.

- Mantener coherencia formal entre estaciones del sistema.

- Generar en fachada módulos estandarizados de fácil reproducción.

1.7.4.7 Estructura de las estaciones

Las estaciones están diseñadas para dar servicio de transporte público de pasajeros y de manera general, la estructura principal de las estaciones consiste en una estructura metálica, a base de marcos de acero (columnas de sección rectangular HSS con resistencia fy=3235kg/cm^2 y trabes de sección IR con resistencia fy=3515kg/cm^2) que sirven como apoyo a una cubierta ligera a base de policarbonato, Las columnas de acero se fijan con placas base y anclas sobre dados de concreto, que a su vez se apoyan en una losa de cimentación de concreto reforzado de 30cm de espesor desplantada a 60cm de profundidad respecto al nivel de pavimento. Sobre la losa de cimentación se diseña una losa de concreto

reforzado de 15cm de espesor colocada a 32cm sobre el nivel del pavimento que servirá como losa del andén sobre la cual circularan los peatones para subir y descender del transporte. Esta losa del andén está soportada con muros de concreto reforzado perimetrales de 25cm de espesor que a su vez se apoyan en la losa de cimentación.

Además de la zona del andén, se tiene una zona de Cuartos Técnicos que servirá para alojar la oficina de la estación y servicios, así como cuartos destinados a usos varios como el cuarto eléctrico. La estructura de los Cuartos Técnicos es a base de muros de mampostería de block macizo de concreto de 20cm de espesor, confinados con castillos y dalas de concreto de ancho igual al muro, que sirven para soportar una losa de azotea de concreto reforzado de 15cm de espesor. Esta zona de Cuartos Técnicos se apoya en una losa de 15cm soportada por muros de concreto armado que a su vez se desplantan en una losa de cimentación, todos estos de concreto reforzado de las mismas características que las losas del andén.

La losa de cimentación se desplanta en una plantilla de concreto pobre de 5cm de espesor colocada sobre un mejoramiento del suelo de 40cm de espesor, consistente en 20cm de tezontle y sobre el tezontle 20cm de suelo cemento (6-8%) que en caso de que el suelo presente humedad excesiva se podrá emplear 2-3% de cal más 5-7% de cemento respecto al peso seco del suelo.

El concreto será f'c= 250 kg/cm^2 en todo elemento estructural (losas, muros y dados), en castillos y dalas será f'c=200kg/cm^2 y en plantilla será f'c=100kg/cm^2.

A continuación, se muestran imágenes de la estación tipo 1, la cimentación y un marco estructural:

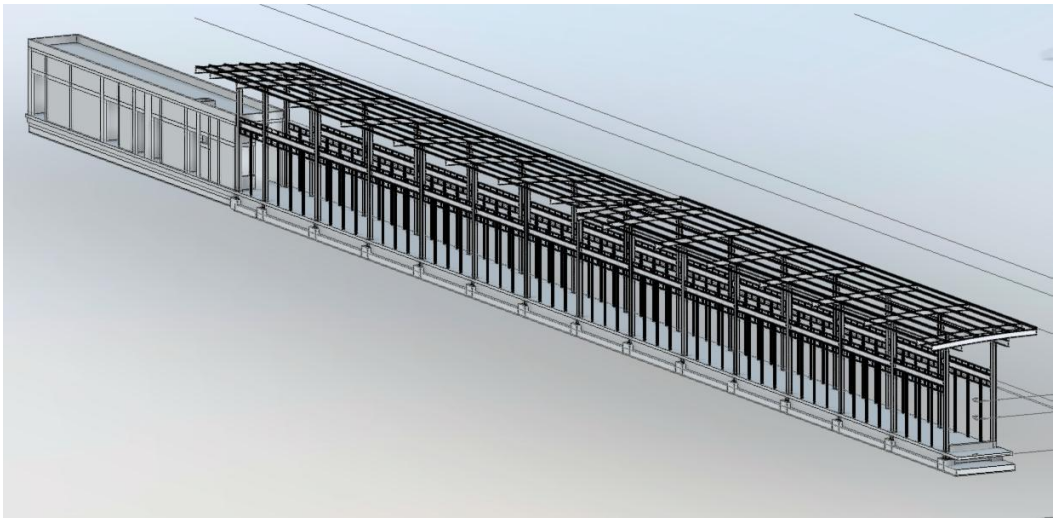


Figura 23. Estación tipo 1

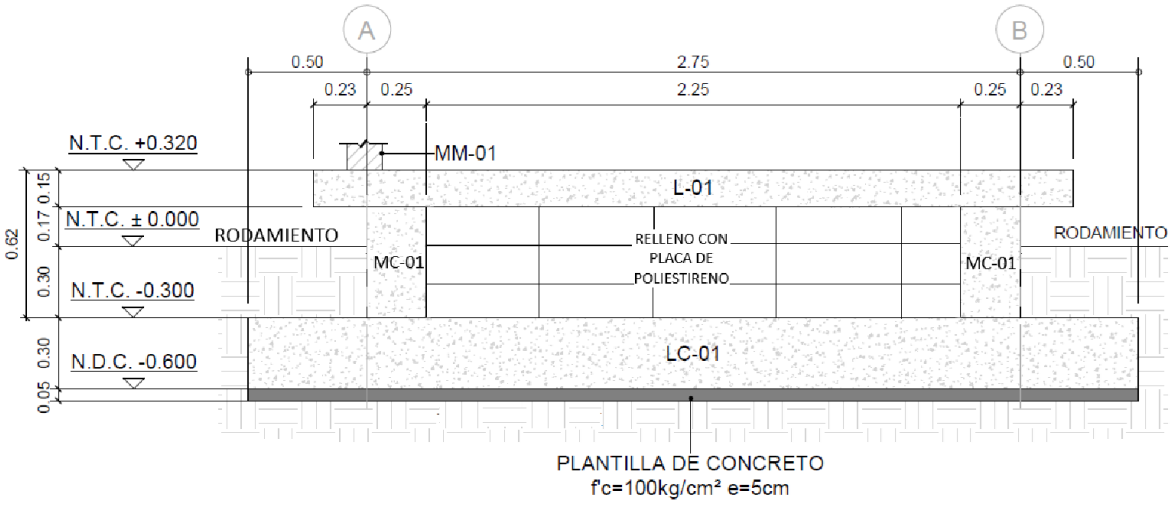


Figura 24. Sección de la cimentación en zona de Cuartos Técnicos

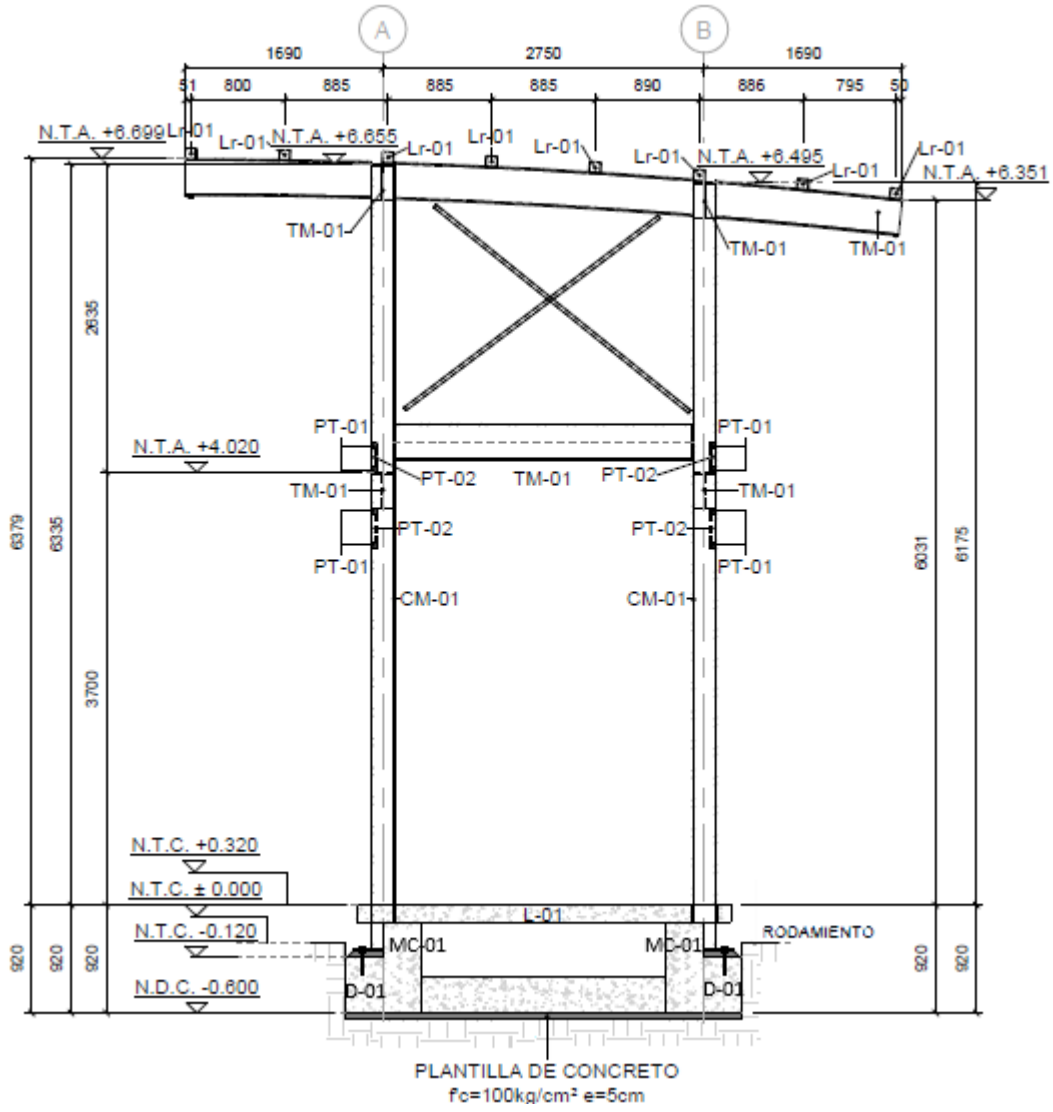


Figura 25. Marco estructural de acero

Tabla 21. Componentes estructurales de las estaciones.

Zona	Estructura
Andenes	Mejoramiento del suelo Losa de cimentación Losa de andén sobre muros de concreto Marcos metálicos para cubierta ligera sobre dados de concreto Estructuras secundarias para soporte de mamparas
Zona de cuartos técnicos	Mejoramiento del suelo Losa de cimentación Losa de andén sobre muros de concreto Muros de mampostería confinados y losa de azotea de concreto Estructuras secundarias para soporte de mamparas

1.7.4.8 Instalaciones de las estaciones

Las estaciones tendrán las siguientes instalaciones:

- Instalación eléctrica hasta el punto de conexión para alimentación eléctrica en baja y media tensión (transformador, tablero de distribución, UPS, conductores, interruptores Termomagnéticos, Tablero de Transferencia, Banco de Baterías, etc.).
- Equipos y Materiales para servicios propios (Alumbrado normal, Alumbrado de Emergencia y Contactos).
- Equipo de Seguridad.
- Señalización.

- Equipos de protección contra incendios (PCI) (extintores), conforme a normativa validada por protección civil.
- Equipos para Instalaciones Hidrosanitarias.
- Equipos para Instalaciones del Sistema de Voz y Datos.
- Equipos para Instalaciones del Sistema de Mando y Control.

Y tendrán en cuenta en su equipamiento, siendo enunciativo más no limitativo con las siguientes características:

- Funcionalidad y estética
- Iluminación y ventilación natural
- Materiales duraderos y de bajo mantenimiento
- Iluminación artificial a base de luminarias tipo leed
- Accesibilidad universal elevadores, escaleras mecánicas, guías táctiles, puerta de cortesía, conforme a normativa aplicable.

De manera particular, la terminal San Buenaventura (predio propuesta P. de San Buenaventura) alojará la estación terminal del proyecto, la cual tendrá los siguientes elementos:

- Plazoleta de acceso.
- Accesos
- Vestíbulo
- Área de máquinas de recarga
- Área para Torniquetes de entrada
- Área para Torniquetes de salida
- Área para Puerta de cortesía
- Circulaciones
- Sanitario de personal
- Cuarto de aseo
- Área de ascenso y descenso
- Área de espera

- Circulación en andén
- Cuarto eléctrico y de telecomunicaciones
- Planta de emergencia, generadora de energía
- Barda Perimetral

Por otro lado, en lo referente a las estaciones intermedias, su diseño se realizó conforme a los lineamientos establecidos para el acceso universal de los usuarios, considerando el diseño de paso seguro en cada una de ellas, accesibilidad hasta el andén para personas con capacidades diferentes, así como dispositivos de control de tránsito para peatones y vehículos, reductor de velocidad en las intersecciones, bolardos, señalización vertical y horizontal y todo lo necesario para lograr el paso seguro de los peatones.

Las estaciones intermedias cuentan con los siguientes elementos:

- Plazoleta de acceso
- Acceso
- Vestíbulo
- Área de máquinas de recarga
- Área de Torniquetes de entrada
- Área de Torniquetes de salida
- Área de Puerta de cortesía
- Circulaciones
- Sanitario del personal operativo
- Cuarto de aseo
- Área de ascenso y descenso
- Rampas y/o escalera para conexión de puente peatonal
- Área de espera

- Circulación en andén
- Cuarto eléctrico y de telecomunicaciones
- Planta generadora de energía

Se consideraron en su diseño las siguientes características:

- Funcionalidad y estética
- Iluminación y ventilación natural
- Estructura metálica y/o de concreto
- Materiales duraderos y de bajo mantenimiento
- Acabados en piso antiderrapante
- Iluminación artificial a base de luminarias tipo LED
- Accesibilidad universal con base en la normatividad en la materia.

1.7.4.9 Descripción de los sistemas de instalaciones

Las siguientes narrativas técnicas presentan los criterios de diseño, el alcance funcional y las consideraciones normativas aplicables a los principales sistemas de infraestructura del proyecto Trolebús Ixtapaluca. En conjunto, los documentos describen la solución integral propuesta para las instalaciones eléctricas, los sistemas de telecomunicaciones y seguridad electrónica, el sistema HVAC (aire acondicionado y ventilación) y la protección contra incendio. Su propósito es establecer las bases técnicas y operativas que permitan garantizar la continuidad del servicio, la seguridad de los usuarios y del personal operativo, el cumplimiento normativo y la confiabilidad de la infraestructura durante la vida útil del proyecto.

1.7.4.9.1 Instalaciones eléctricas

De manera general se explica cómo se interconectará el sistema eléctrico de servicios propios de cada una de las casetas del trolebús. El criterio de diseño será el mismo para cada una de las mismas, teniendo en cuenta que solo variaran las trayectorias de canalizaciones de las mismas.

Teniendo en cuenta lo antes comentado, se iniciará con la narrativa, desarrollando los puntos más importantes de la instalación. Cada una de las estaciones contará con una Subestación de Alumbrado y Fuerza (SAF), que alimenta a los servicios propios de las estaciones (alumbrado interno y externo de las estaciones, sistema de contactos, sistema de energía regulada y equipos de fuerza).

1. El sistema eléctrico se desarrollará de acuerdo con la siguiente topología mostrada en el siguiente diagrama unifilar:

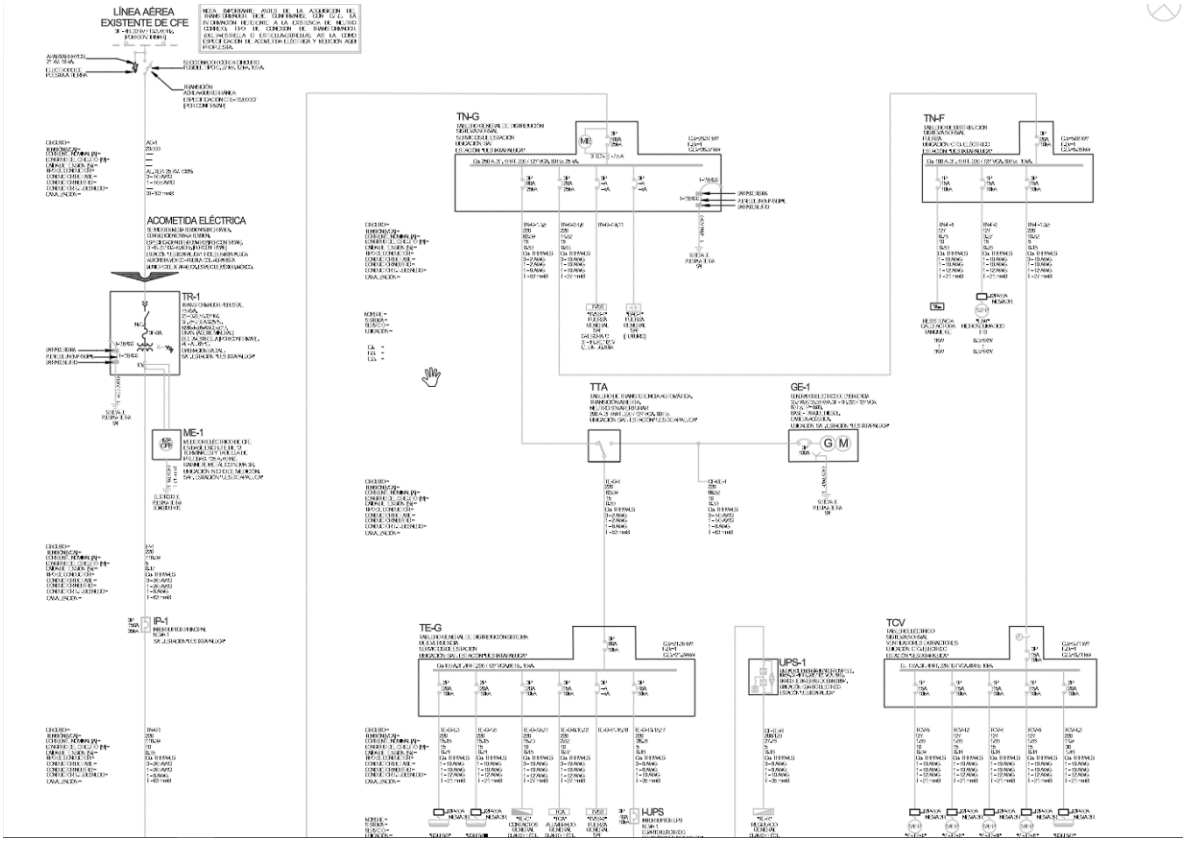


Figura 26. Diagrama unifilar

2. Se tiene una acometida en media tensión, la cual se desarrollará de acuerdo con la norma de CFE CFE-TS200CCF, la cual detalla la interconexión del servicio eléctrico que alimentará al trolebús en sus diferentes estaciones o

casetas, con las líneas existentes en media tensión (23 kV) de CFE. Esta norma detalla una transición aérea-subterránea colocando un poste o tomando un poste ya existente de la línea, de la cual se muestra una figura detallada de la construcción de la misma. Los materiales tomados para la construcción deberán estar aprobados por CFE, mediante un aviso de LAPEM.

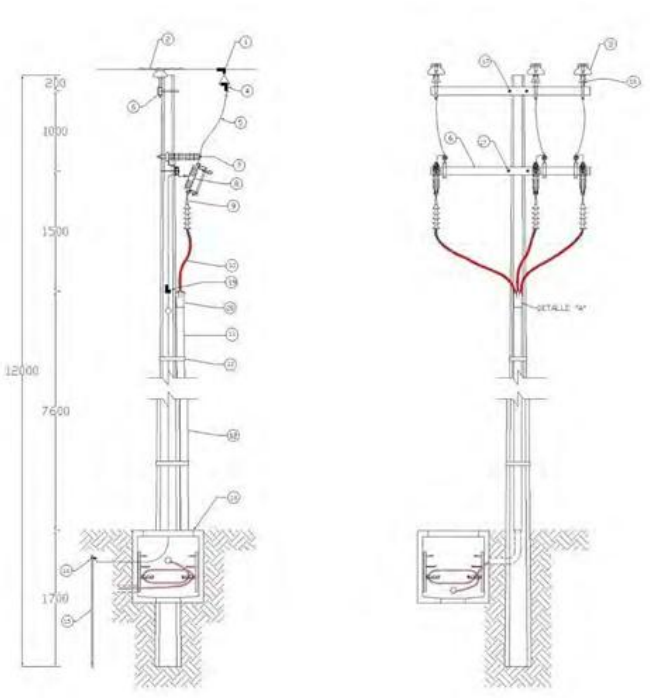


Figura 27. Interconexión del servicio eléctrico

Tabla 22. Materiales para la interconexión del servicio eléctrico

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL O EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD
1	CONECTOR A PRESIÓN TIPO L O T CON ESTRIBO DE COBRE	PZA	3
2	ALAMBRE DE ALUMINIO O COBRE SUAVE PARA AMARRE	KG	SR
3	AISLADOR TIPO ALFILER	PZA	SA
4	CONECTADOR PARA LINEA ENERGIZADA	PZA	3
5	ALAMBRE O CABLE DE COBRE DESNUDO MÍNIMO 21.2 mm^2(4AWG)	KG	SR
6	CRUCETA PT O DE MADERA	PZA	1
7	APARTARRAYO TIPO RISER POLE	PZA	3
8	CORTACIRCUITO FUSIBLE	PZA	3
9	TERMINAL POLIMÉRICA PARA CABLE DE ENERGÍA	PZA	3
10	CABLE DE ENERGÍA	KG	SR
11	TUBO DE 152 mm DE DÍMETRO TIPO PAD ESPECIFICACIÓN CFEDF100-23 COLOR NEGRO HUMO	KG	SR
12	POSTE DE CONCRETO O MADERA DE 12 METROS MÍNIMO	PZA	1
13	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE	KG	SR
14	CONECTOR PARA VARILLA DE TIERRA	PZA	SR
15	ELECTRODO DE TIERRA	PZA	SR
16	REGISTRO PARA MEDIA TENSIÓN	PZA	1
17	ABRAZADERA O TORNILLO	PZA	SR
18	ALFILER	PZA	SA
19	SELLO TERMOCONTRÁCTIL	PZA	1
20	PLACA DE IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO O RED, COLORAMARILLO CON LETRAS NEGRAS DE 300 X 100 mm	PZA	1

Una vez lograda o construida la transición aérea subterránea se procede a canalizar el cable de energía de media tensión mediante obra civil, la transición llegara a un registro tipo arroyo o tipo banqueta de acuerdo a la necesidad de cada uno de los sitios donde se instalarán de acuerdo con la norma de CFE, se muestra detalle de registro.

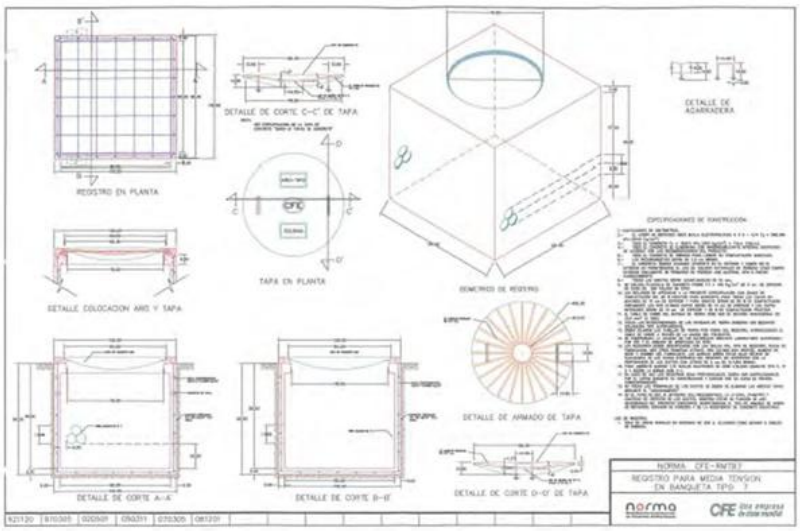


Figura 28. Registro

La trayectoria de los ductos se indicará mediante planos de planta, la canalización de los ductos de media tensión también deberán cumplir con la norma de CFE de acuerdo al lugar donde se vayan a instalar los mismos (arroyo o banqueta), se muestra imagen de los ductos.

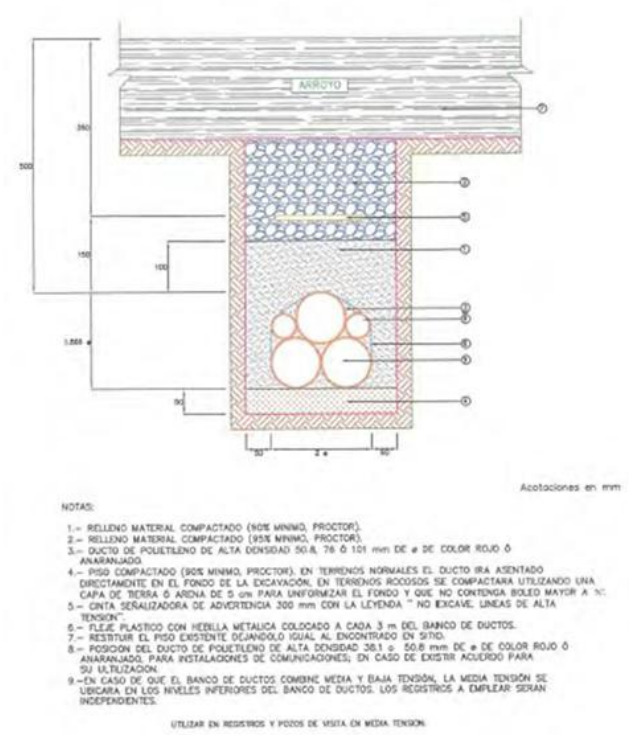


Figura 29. Ductos

Los ductos de media tensión se canalizarán hasta una base de transformador prefabricada con el aviso de CFE para seguir cumpliendo con la normatividad de la misma entidad.
EL cableado de media tensión se conectará al transformador del lado primario el cual contará con las siguientes características eléctricas.
Transformador tipo pedestal trifásico de 45 kVA, tensión primaria de 23 kV y en el secundario de 220/127 V, 3 Fases + Neutro + Puesta a Tierra, Conexión Delta - Estrella, Enfriamiento ONAN, 200 kV NBAI, Cambiador de derivaciones de +/- 2.5%, Operación radial, 60 Hz, Liquido aislante a base de aceite mineral, Norma NMX-J-285-ANCE.

Para el sistema de baja tensión se tendrá un alimentador eléctrico canalizado en tubo Conduit desde las terminales de baja tensión del transformador, hacia un interruptor general.

3. Para la distribución de la energía eléctrica en baja tensión se desarrollará un sistema en cumplimiento con la norma vigente (NOM-001-SEDE-2012), la cual comprenderá un sistema distribuido en ramal, desde el interruptor principal de baja tensión. Alimentando un tablero principal, desde el cual, a su vez, se conectarán varios tableros para los distintos servicios (iluminación, contactos, fuerza, energía regulada y HVAC) de las casetas del trolebús, los cuales se muestran en el diagrama unifilar adjunto.
4. Se contará con una planta de emergencia de las siguientes características eléctricas:

Planta de emergencia (Grupo electrógeno) funcionamiento a base de Diesel 1800 rpm de 38.38 kW 3 Fases+ Neutro + Puesta a tierra, con una tensión de 208 / 120 V y una frecuencia de 60 Hz.
La cual se instalará en el cuarto eléctrico, para abastecer de energía eléctrica al tablero principal de emergencia.
La planta contará con una transferencia automática de las siguientes características eléctricas.
Transferencia automática de doble tiro con una tensión de operación de 600 Vac, 200 A, NEMA 1, Controlador DEIF SGC 120, Marca AIC Power, Modelo AIC-ATS630-SOC-SGC.

5. También se contará con un sistema de energía regulada a través de un equipo UPS, de las siguientes características eléctricas.

Unidad de energía ininterrumpida de 10 kVA 3F de entrada 220 Vac y 3F de salida + Neutro + Puesta a tierra220 / 127 Vac, 90.5% de eficiencia, Batería de 12 V / 9 Ah.
El cual a su vez alimentará a un tablero de energía regulada, para los sistemas electrónicos y de comunicación de la estación.

6. Finalmente se tienen los sistemas eléctricos finales (Iluminación, contactos y HVAC), o cargas conectadas a los tableros de distribución comentados. Para los circuitos que alimentaran estas cargas se usara cable tipo THHW-LS canalizado en tubería Conduit de acero.

7. Como medio de protección para el personal que trabaje y los usuarios finales, se instalará un sistema de pararrayos usando una punta captadora de cebado instalada en la techumbre de la estación con base en normas internacionales que avalan el uso de dichas puntas.

8. Así mismo se contará con un sistema de tierras para prevenir descargas eléctricas al momento de ocurrir alguna falla eléctrica y proteger a las

personas de la misma. También se usará como referencia a la tensión del sistema eléctrico normal y de energía regulada.

9. En lo referente al alumbrado vial, se instalarán luminarias con paneles solares en los postes de las catenarias, lo cual contribuiría a la reducción de las emisiones de carbono por la generación de energía eléctrica a partir de fuentes no renovables.

1.7.4.9.2 Requerimientos de equipos de sistema de telecomunicaciones

1) El presente documento describe los criterios de diseño, alcance funcional y consideraciones técnicas de los Sistemas Especiales contemplados para el proyecto Trolebús, los cuales tienen como objetivo proporcionar una infraestructura tecnológica confiable, segura y escalable que contribuya a la operación eficiente del sistema de transporte.

2) Los sistemas considerados comprenden el Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), la infraestructura de Voz y Datos, el Sistema de Control de Accesos y el Sistema de Detección y Alarma Contra Incendio, los cuales estarán integrados mediante una red de comunicaciones basada en tecnología TCP/IP, soportada por cableado estructurado de cobre y enlaces troncales de fibra óptica.

3) El sistema CCTV permitirá el monitoreo permanente de estaciones, áreas de andén, cuartos técnicos y demás instalaciones como cuarto de vigilancia, mediante cámaras IP de alta resolución conectadas a plataformas centralizadas de supervisión y almacenamiento de video. Por su parte, la infraestructura de Voz y Datos proporcionará la conectividad necesaria para los sistemas tecnológicos, permitiendo la transmisión segura de información entre los distintos nodos de la red.

4)



Figura 30. Calculadora de objetivos de acuerdo con la nomenclatura DORI

5) El Sistema de Control de Accesos estará destinado a regular y supervisar el ingreso del personal a áreas restringidas y de operación crítica, mediante dispositivos electrónicos administrados desde una plataforma centralizada. Complementariamente, el Sistema de Detección y Alarma Contra Incendio permitirá la identificación temprana de condiciones de riesgo mediante detectores automáticos, estaciones manuales y dispositivos de notificación audiovisual, contribuyendo a la protección de las instalaciones y de los usuarios.

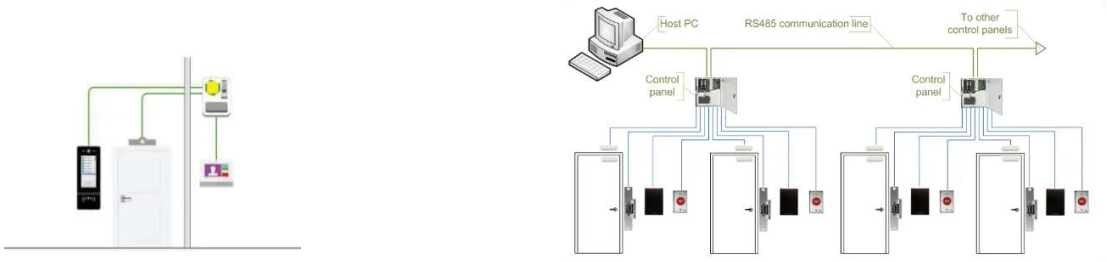


Figura 31. Sistema Control de Acceso

6) El diseño de estos sistemas se desarrolla considerando las normas y estándares nacionales e internacionales aplicables, incluyendo los lineamientos de cableado estructurado, telecomunicaciones, seguridad electrónica y protección contra

incendios, así como los requerimientos específicos establecidos para la infraestructura Trolebús. Asimismo, se contemplan criterios de disponibilidad, redundancia, escalabilidad, mantenibilidad y continuidad operativa, garantizando la posibilidad de crecimiento futuro y la integración con otros sistemas del proyecto.



Figura 32. Sistema de Detección y Alarma contra Incendio

7) Como parte del proceso de ingeniería, se realizaron los cálculos necesarios para el dimensionamiento de la infraestructura de telecomunicaciones, capacidad de red, almacenamiento de video, cantidad y cobertura de dispositivos, capacidad de equipos de control, enlaces de fibra óptica, ocupación de canalizaciones y requerimientos de alimentación eléctrica respaldada mediante sistemas UPS. Los resultados obtenidos permiten validar que los sistemas propuestos cuentan con la capacidad operativa necesaria para satisfacer los requerimientos funcionales, de seguridad y de desempeño establecidos para el proyecto Trolebús.

En conjunto, los Sistemas Especiales proporcionarán una plataforma tecnológica integral que permitirá fortalecer la seguridad, supervisión, comunicación y operación de la infraestructura ferroviaria, asegurando niveles adecuados de confiabilidad, eficiencia y continuidad durante la vida útil del proyecto.

1.7.4.9.3 Instalaciones HVAC

Normatividad de referencia:

Los procedimientos de diseño, cálculo, especificación y selección de los equipos propuestos para el desarrollo del proyecto se basan en las recomendaciones establecidas en los siguientes estándares nacionales e internacionales:

• ANEXO A, “Proyecto integral para la construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca, Estado de México”. (Términos de referencia del proyecto con carácter obligatorio).

• Descripción de los trabajos. Subsecretaría de Infraestructura, Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario, Dirección General de Obras, Dirección de Construcción de Obras “C”. (Información complementaria de los términos de referencia del proyecto con carácter obligatorio).

• ANSI/ASHRAE Standard 15 — Seguridad en instalaciones con refrigerantes. Requisitos sobre carga máxima, ventilación de cuartos técnicos y detección de fugas.

• ANSI/ASHRAE Standard 52.2-2017 — Método de prueba para dispositivos de limpieza de aire para ventilación general y eficiencia de eliminación por tamaño de partícula.

• ANSI/ASHRAE Standard 55-2023 — Condiciones ambientales térmicas para la ocupación humana.

• ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2025 — Ventilación para calidad de aire interior.

• ANSI/ASHRAE Standard 90.1-2025 — Estándar energético para edificios, excepto edificios residenciales de baja altura.

• ASHRAE Handbook – HVAC Applications 2023.

• ASHRAE Handbook – Fundamentals 2025 — Fundamentos básicos para aire acondicionado, calefacción, ventilación y refrigeración.

• HVAC Duct Construction Standards - Metal and Flexible (ANSI/SMACNA 006-2006).

• HVAC Systems Testing, Adjusting & Balancing (2002).

• NFPA 90A — Estándar para la instalación de sistemas de aire acondicionado y ventilación (2009).

• NFPA 90B — Estándar para la instalación de sistemas de calefacción y aire acondicionado.

• NFPA 92 — Estándar para sistemas de control de humo (2018).

• NFPA 92A — Estándar para sistemas de control de humo mediante el uso de barreras y diferenciales de presión (2018).

• NFPA 101 — Código de Seguridad Humana contra Incendios en Edificios y Estructuras (2015).

• NFPA 110 — Estándar para plantas de emergencia.

• NFPA 130 — Norma para Sistemas de Tránsito sobre Rieles Fijos y Sistemas de Transporte Ferroviario de Pasajeros

• NFPA 496 — Envolventes purgadas y presurizadas para equipos eléctricos (2017).

• SMACNA — Asociación Nacional de Contratistas de Lámina de Acero y Aire Acondicionado.

• NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad.

• NOM-011-ENER-2006. Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

• NOM-023-ENER-2018. Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

• NOM-016-ENER-2016. Eficiencia energética de motores de corriente alterna trifásicos de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0.746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.

• NOM-026-ENER-2015. Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido (Inverter) con flujo de refrigerante variable, descarga libre y sin ductos de aire. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

• NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad, prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

• NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Descripción del sistema de aire acondicionado:

Una vez realizado el análisis de las áreas del proyecto, se determina que los espacios a acondicionar en las casetas corresponden al cuarto de TELECOM y a la caseta de vigilancia.

Cuarto de TELECOM:

Se propone la instalación de un sistema de aire acondicionado de expansión directa, conformado por una unidad interior tipo evaporadora “High Wall” y una unidad exterior tipo condensadora de descarga horizontal, siendo esta la solución más conveniente de acuerdo con las dimensiones del área y las condiciones arquitectónicas del proyecto. Debido a la disipación térmica generada por los equipos de TELECOM instalados dentro del cuarto, la capacidad de enfriamiento será determinada con base en los cálculos de carga térmica.

Con el objetivo de garantizar la continuidad operativa y evitar interrupciones en caso de falla o mantenimiento, el cuarto de TELECOM contará con un sistema de aire acondicionado redundante N+1, compuesto por unidades evaporadoras y condensadoras adicionales.

Por otra parte, la caseta de vigilancia será acondicionada mediante un sistema de aire acondicionado de expansión directa, conformado por una unidad interior tipo evaporadora “High Wall” y su respectiva unidad exterior tipo condensadora de descarga horizontal, destinado a mantener condiciones de confort térmico para el personal operativo. La capacidad del sistema será determinada con base en las cargas térmicas correspondientes.

Los sistemas de aire acondicionado serán controlados mediante un sensor de temperatura tipo inalámbrico, el cual permitirá el ajuste de la temperatura de acuerdo con las necesidades de operación del área acondicionada.

De manera paralela a la trayectoria de la tubería de refrigeración, se instalará una canalización mediante tubería tipo conduit para el cableado de alimentación eléctrica y comunicación entre la unidad evaporadora y la unidad condensadora.

Asimismo, se deberá instalar una canalización para la evacuación del agua de condensados generada durante el proceso de deshumidificación en el serpentín de las unidades evaporadoras, mediante tubería de PVC cédula 40, la cual deberá mantener una pendiente mínima del 2 %.

Finalmente, todos los equipos deberán quedar correctamente soportados y nivelados, a fin de garantizar su adecuada operación y prolongar su vida útil.

Descripción del sistema de ventilación:

Para los sistemas de ventilación en las áreas SAF y cuarto eléctrico de las estaciones del Trolebús, se instalarán ventiladores de extracción tipo axial montados en muro, los cuales contarán con compuerta antirretorno de aire, cuya función principal será permitir el flujo de aire en un solo sentido e impedir el retorno o flujo inverso cuando disminuya la presión de impulsión o se presenten diferencias de presión contrarias.

Los ventiladores de extracción para las áreas SAF y cuarto eléctrico deberán contar con álabes fabricados en aluminio, y el motor del ventilador deberá ser totalmente cerrado (TEFC) o a prueba de explosión, con la finalidad de evitar que alguna fuente de ignición pueda provocar incendio o explosión dentro de las áreas.

La operación (arranque y paro) de los equipos se realizará mediante sensores de temperatura, los cuales funcionarán bajo las siguientes condiciones:

- Cuando el sensor detecte una temperatura de 26 °C, enviará una señal a los ventiladores de extracción, iniciando su operación al 100 % de su capacidad.
- Una vez que la temperatura del área descienda a 24 °C, el sensor enviará una señal de paro, deteniendo el funcionamiento de los equipos.

El montaje de cada ventilador se complementará con un *wall housing* (protección para motor), el cual proporcionará el soporte estructural adecuado para el equipo, asegurando su correcto resguardo y operación.

La renovación del aire de extracción se realizará mediante *louvers* o puertas tipo louver para las áreas SAF y cuarto eléctrico, permitiendo una adecuada ventilación y disipación del calor generado por los equipos eléctricos.

Se recomienda incorporar algún medio que evite la entrada de fauna nociva como lo es malla mosquitero.

Los gases provenientes del radiador del generador eléctrico se canalizarán al exterior mediante un ducto redondo de lámina negra calibre 16, el cual deberá contar con aislamiento exterior de lana mineral de 2” de espesor, con el fin de dirigir los gases de combustión hacia el exterior de manera segura.

La evacuación de los gases del radiador del generador eléctrico se realizará mediante un ducto de lámina galvanizada, conectado desde el generador eléctrico hacia el exterior, garantizando su correcta descarga fuera del edificio.

El sanitario privado de la caseta de vigilancia contará con un sistema de extracción mecánica mediante un ventilador centrífugo, el cual se accionará automáticamente mediante el sistema de iluminación del área. Al energizarse las luminarias, el ventilador iniciará su operación de manera simultánea, permitiendo la renovación y

extracción de aire dentro del espacio; de igual manera, al apagarse la iluminación, el sistema de extracción se des energizará automáticamente.

Para las áreas del cuarto mecánico IHS y cuarto de aseo, se instalarán ventiladores tipo axial montados en muro, los cuales se accionarán automáticamente mediante el sistema de iluminación de cada área. Al energizarse las luminarias, los ventiladores iniciarán su operación de manera simultánea, permitiendo la renovación de aire dentro de los espacios; de igual manera, al apagarse la iluminación, los sistemas de extracción se des energizarán automáticamente.

1.7.4.9.4 Instalaciones PCI

El presente proyecto se desarrolla el sistema de protección contra incendio para el trolebús Ixtapaluca, considerando sus estaciones y áreas o cuartos como vigilancia, almacenamiento, sanitarios, IHS, telecom, eléctrico, aseo y SAF y demás instalaciones asociadas a la operación del trolebús.

Las bases de diseño se establecen a partir de la identificación y evaluación de los riesgos de incendio presentes en cada área de la estación considerando la ocupación, carga combustible, características constructivas, continuidad operativa y seguridad de los usuarios. El diseño se fundamenta en criterios de ingeniería de protección contra incendios y en el cumplimiento de la normativa aplicable nacionales e internacionales como la NOM-002-STPS-2010, NTC para el proyecto Arquitectónico, NFPA 10 y requisitos específicos del proyecto.

La memoria descriptiva define los criterios de diseño y la metodología integral de protección contra incendio con base en el análisis de riesgo desarrollado para la estación, se determinó una clasificación de riesgo “ordinario” de acuerdo a las medidas de protección activas orientadas a la protección de la vida humana, operación, bienes, superficie construida, clasificación de fuego, líquidos y sólidos inflamables, se concluyó que el sistema de extintores portátiles constituye la única medida de protección contra incendio requerida, siendo suficiente para proporcionar la respuesta inicial ante un conato de incendio y cumplir con los niveles mínimos de seguridad exigidos para la instalación. En la presente memoria se incluye el cálculo de la cantidad mínima requerida de extintores portátiles para cada una de las áreas que conforman la estación, conforme a la clasificación de riesgo de incendio determinada para el proyecto. De acuerdo con los criterios establecidos para ocupaciones con grado de riesgo ordinario, se considera la instalación de al menos un extintor portátil por cada 300 m² de superficie, 23 m de distancias de recorrido, colocarlos a una altura no mayor de 1.50 m, medidos desde el nivel del piso hasta la parte más alta del extintor y el tipo de agente extinguidor como PQS para fuegos clase A y CO2 para fuegos clase C garantizando así el cumplimiento de los

requisitos normativos aplicables y la cobertura mínima de protección contra incendio en las áreas evaluadas.

Como resultado, se establece una solución integral de protección contra incendio que proporciona niveles adecuados de seguridad para pasajeros, personal operativo e infraestructura de las estaciones, asegurando el cumplimiento normativo y la mitigación de los riesgos asociados a incendios durante las diferentes etapas de operación del sistema de trolebús.



Figura 33. Extintores

1.7.4.9.5 Instalaciones hidrosanitarias.

El proyecto Trolebús Ixtapaluca contempla el desarrollo de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales para las estaciones que integrarán el sistema de transporte, garantizando condiciones adecuadas de operación, seguridad, higiene y funcionalidad para los usuarios y el personal de servicio. El diseño de estas

instalaciones se basa en criterios técnicos, normativos y de desempeño que aseguran la correcta distribución de agua potable, la evacuación eficiente de aguas residuales y el desalojo adecuado de las aguas pluviales.

La red hidráulica tiene como objetivo abastecer de agua potable a los núcleos sanitarios y demás servicios requeridos dentro de cada estación. El suministro se realizará mediante la conexión directa a la red municipal existente, desde donde se alimentará una línea principal que distribuirá el agua hacia los diferentes puntos de consumo. La red será instalada principalmente de forma oculta en piso y muros, incorporando válvulas de seccionamiento estratégicamente ubicadas para facilitar labores de mantenimiento, reparación y control operativo. El dimensionamiento de las tuberías se realizará mediante el método de Unidades Mueble de Hunter, considerando el gasto probable de operación y garantizando velocidades y pérdidas de carga dentro de los límites establecidos por la normativa aplicable.

Para la construcción de la red hidráulica se contempla el uso de tuberías de polipropileno copolímero random (PPR) unidas mediante termofusión, material que ofrece alta durabilidad, resistencia mecánica y bajo mantenimiento. Asimismo, se consideran válvulas, conexiones y elementos de soporte fabricados con materiales resistentes a la corrosión y adecuados para las condiciones de servicio previstas. Antes de la puesta en operación, toda la instalación será sometida a pruebas hidrostáticas que permitan verificar su hermeticidad y correcto funcionamiento.

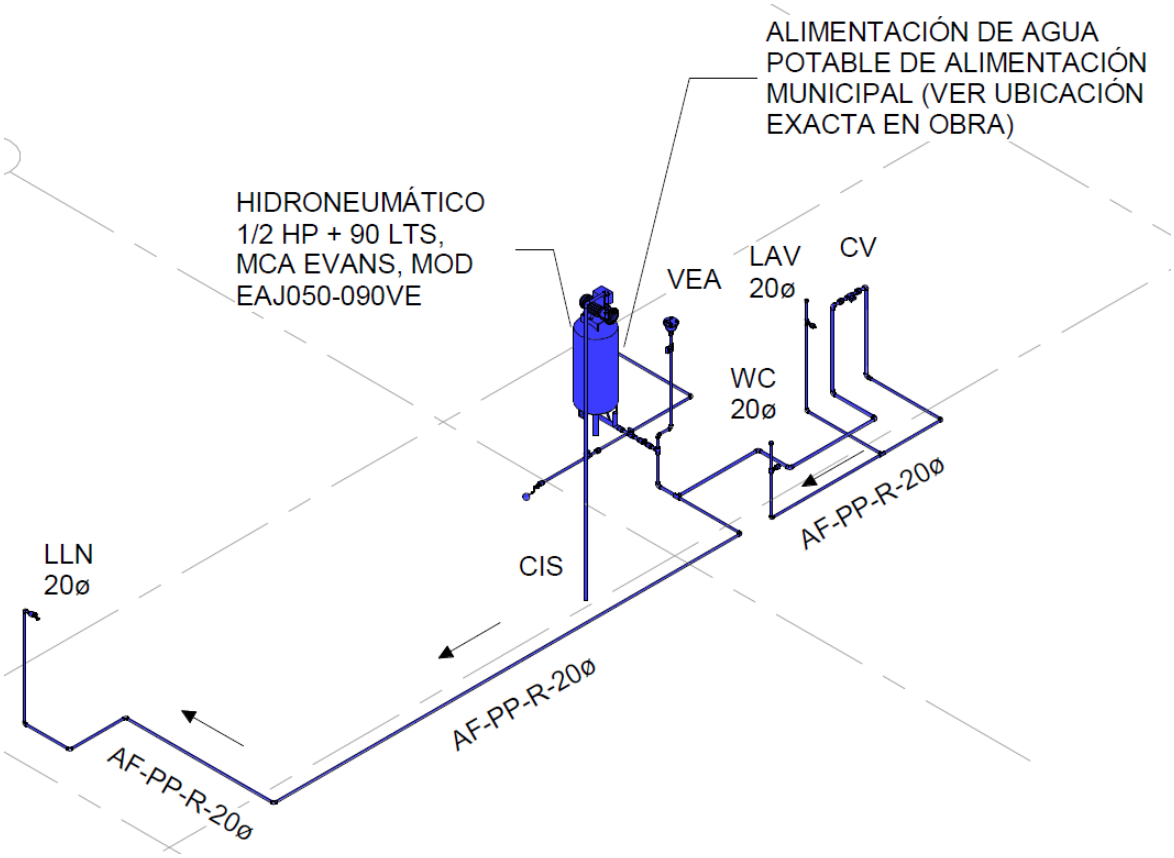


Figura 34. Red hidráulica

La instalación sanitaria está diseñada para recolectar y conducir por gravedad las aguas residuales generadas en los servicios sanitarios de cada estación hacia los registros y colectores correspondientes. El sistema considera una red de ventilación que evita la acumulación de gases y asegura el correcto funcionamiento de los sellos hidráulicos de los muebles sanitarios. Los criterios de diseño establecen pendientes mínimas, diámetros adecuados y registros de inspección que facilitan las actividades de mantenimiento y garantizan un flujo eficiente de las descargas.

Las tuberías sanitarias y de ventilación serán de PVC tipo DWV, seleccionadas por su resistencia química, facilidad de instalación y larga vida útil. Además, se consideran registros de concreto armado, coladeras de fierro fundido y accesorios de limpieza que permiten conservar el sistema en condiciones óptimas de

operación. Todas las instalaciones serán sometidas a pruebas de hermeticidad para asegurar que no existan fugas o infiltraciones antes de su entrega final.

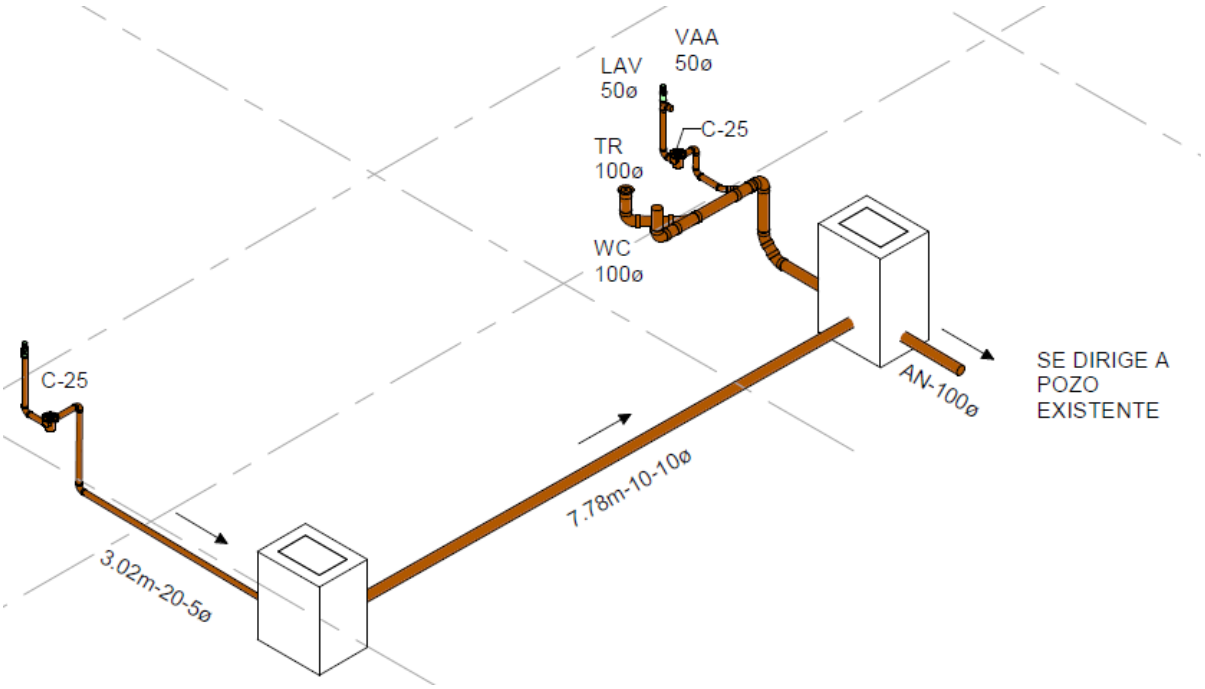


Figura 35. Instalaciones sanitarias

Por su parte, el sistema pluvial tiene como finalidad captar, conducir y desalojar eficientemente las aguas de lluvia provenientes de las cubiertas y áreas exteriores de las estaciones, evitando encharcamientos, daños a la infraestructura y afectaciones a la operación del sistema de transporte. Para ello se emplearán coladeras, bajantes pluviales, registros y tuberías independientes de la red sanitaria, asegurando la separación de ambos sistemas. El cálculo hidráulico se desarrollará mediante el Método Racional, utilizando una intensidad de lluvia de diseño de 250 mm/h y criterios de retorno acordes con las recomendaciones técnicas para este tipo de infraestructura.

Las bajadas pluviales y redes de conducción serán dimensionadas con base en las capacidades recomendadas por la American Society of Plumbing Engineers (ASPE), considerando pendientes, velocidades de flujo y criterios de seguridad hidráulica que permitan el funcionamiento eficiente del sistema durante eventos de

lluvia intensa. Asimismo, se contemplan registros con arenero para disminuir la energía de descarga y facilitar la retención de sólidos arrastrados por los escurrimientos superficiales.

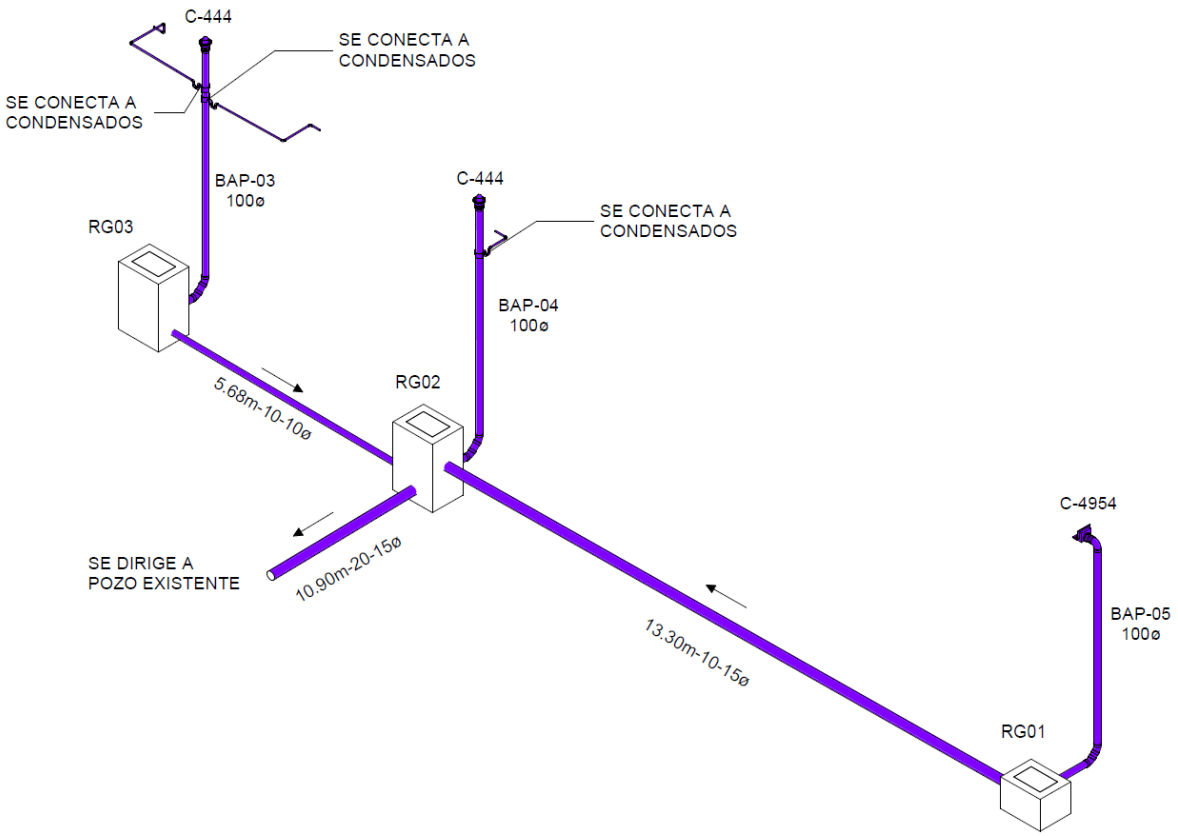


Figura 36.Bajadas pluviales y redes de conducción.

En conjunto, las instalaciones hidrosanitarias del proyecto Trolebús Ixtapaluca han sido concebidas bajo criterios de eficiencia, confiabilidad y cumplimiento normativo, tomando como referencia reglamentos nacionales, normas técnicas complementarias, lineamientos de CONAGUA y estándares internacionales como el IPC y ASPE. El resultado será una infraestructura capaz de satisfacer las necesidades operativas de las estaciones, garantizando el adecuado suministro de agua potable, el manejo seguro de las aguas residuales y el control efectivo de las aguas pluviales durante toda la vida útil del proyecto.

Los planos y las bases de diseño de las estaciones se encuentran en la subcarpeta Arquitectura, la memoria de cálculo estructural se encuentra en la subcarpeta “Estructuras”, y las memorias y planos de las instalaciones se encuentran en la subcarpeta “Instalaciones”. Las subcarpetas mencionadas se encuentran en la carpeta “Anexos Capítulo 1”.

1.7.4.9.6 Secuencia de las estaciones.

- Estación 1: Caseta Vieja (km 0+100)

Esta estación es la conexión con la línea 11 del Trolebús, que va de Santa Martha a Chalco. Se pretende construir un puente de 252 m que conectará con el puente existente del lado norte.

- Estación 2: Tlapacoya (km 1+500.00)

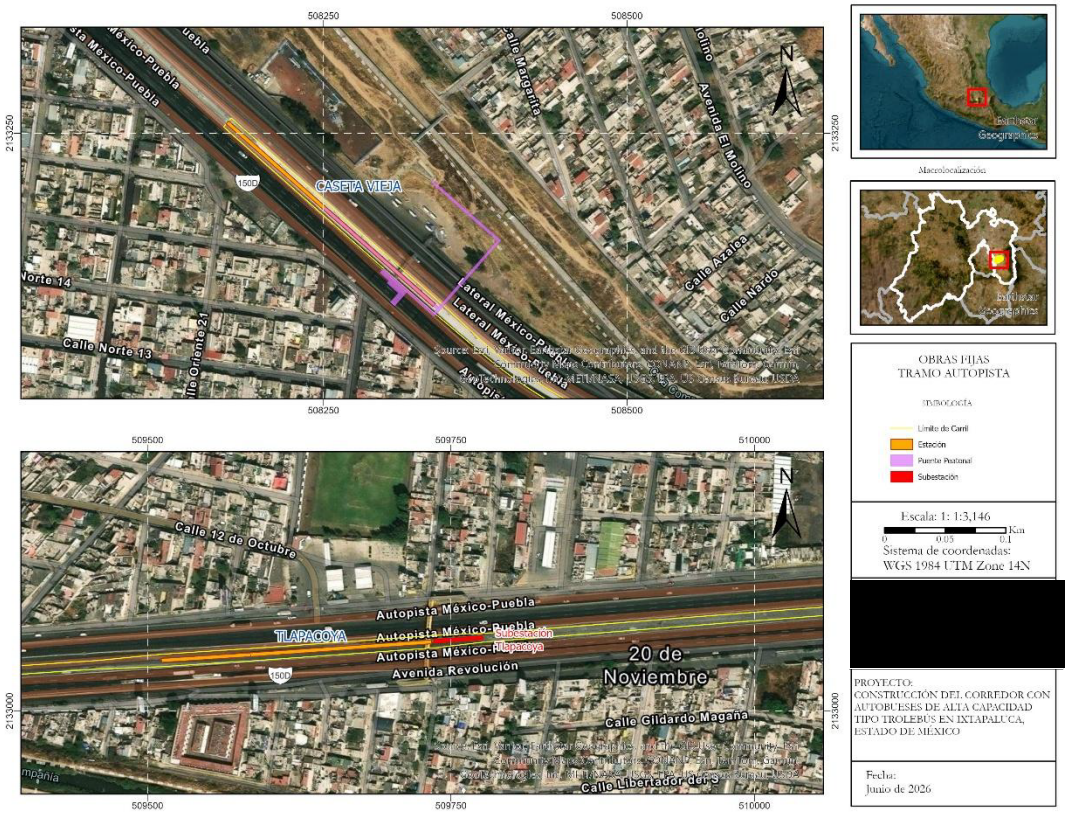


Figura 37. Estaciones 1 (Caseta Vieja) y 2 (Tlapacoya)

- Estación 3: UES Ixtapaluca (km 2+980.00)
- Estación 4: Ojo de Agua (km 3+380.00)
- Estación 5: Santa Bárbara (km 3+840.00)

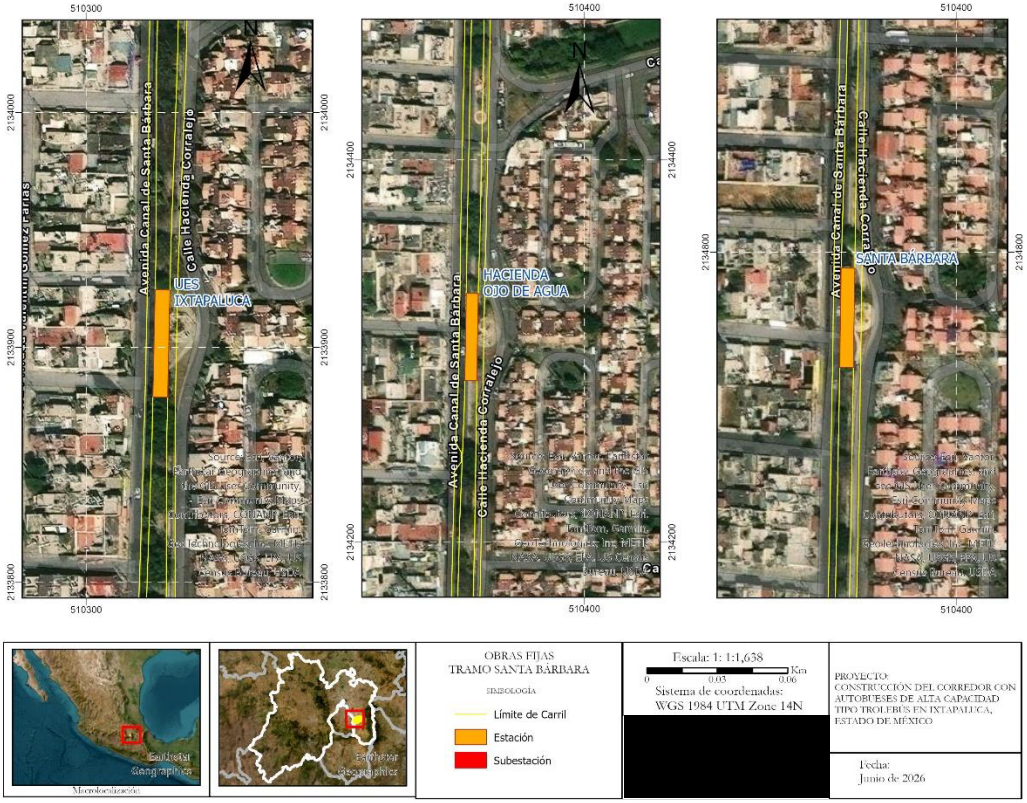


Figura 38. Estaciones 3 (UES Ixtapaluca), 4 (Hacienda Ojo de Agua y 5 (Santa Bárbara)

- Estación 6: Carretera Internacional (km 4+600.00)



Figura 39. Estación 6: Carretera Internacional

- Estación 7: Acozac (km 5+000.00)
- Estación 8: Vigilantes (km 5+600.00)
- Estación 9: Ixtapaluca Centro (km 6+260.00)
- Estación 10: Cruz Roja (km 6+860.00)



Figura 40. Estaciones 7 (Acozac), 8 (Vigilantes), 9 (Ixtapaluca centro) y 10 (Cruz Roja).

- Estación 11: Camino a San Francisco (km 7+540.00)
- Estación 12: San Buenaventura (km 9+250.00)

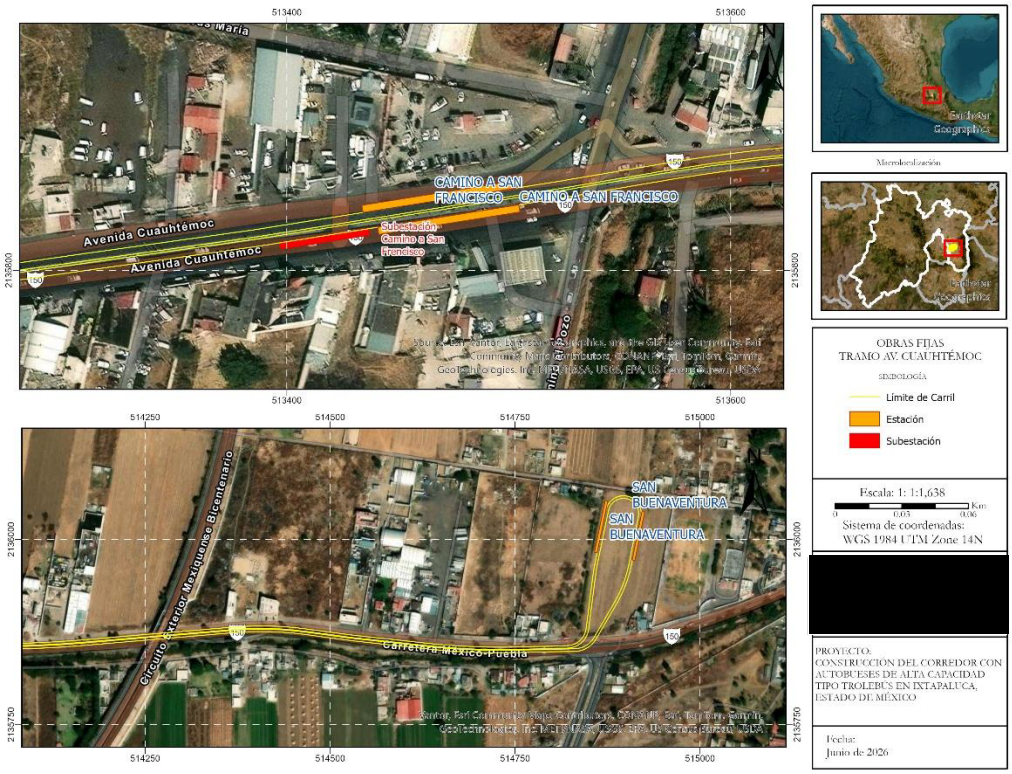


Figura 41. Estación 12: Estaciones 11 (Camino a San Francisco) y 12 (San Buenaventura)

Entre las estaciones 11 y 12 habrá afectaciones, principalmente del lado derecho.

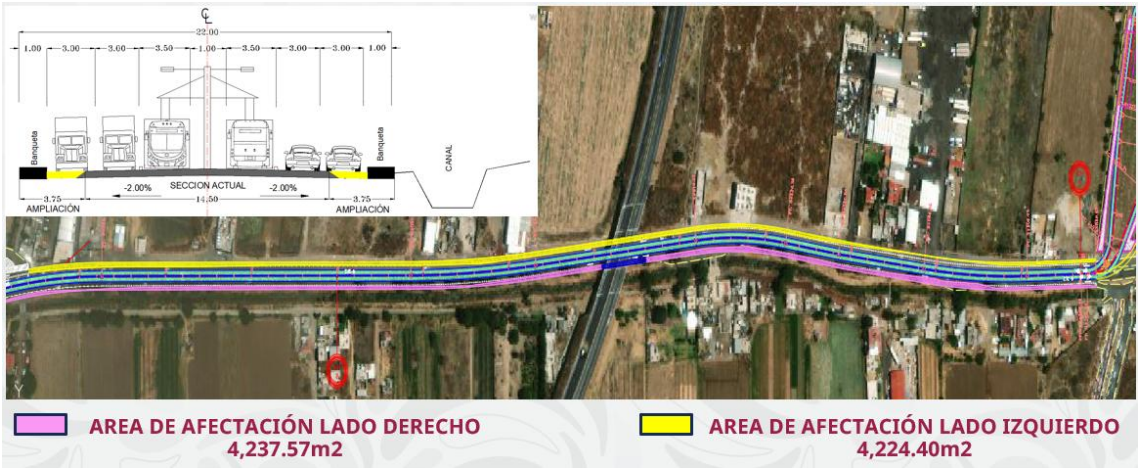


Figura 42. Áreas afectadas entre las estaciones 11 y 12

Asimismo, se ampliará la calzada bajo puente del Arco Norte, sin afectar al puente de la vialidad mencionada.



Figura 43. Afectaciones en el bajo puente del Arco Norte

1.7.5 Sistema eléctrico

A nivel de ingeniería e infraestructura, un servicio de trolebús trasciende la simple operación de vehículos y se define como un sistema integral compuesto por tres pilares técnicos:

1. Infraestructura de Alimentación y Tracción (Red de Distribución Eléctrica de Tracción): El sistema requiere una red de subestaciones de rectificación (SER) distribuidas estratégicamente a lo largo del corredor. Estas instalaciones transforman la corriente alterna de 23,000 Vca de la red de distribución de la Comisión Federal de Electricidad, en corriente continua en baja tensión de 600 Vcc, para energizar las secciones de la catenaria.

2. Línea Aérea de Contacto (Catenaria Bifilar): A diferencia de los sistemas ferroviarios ligeros que utilizan los rieles como vía de retorno, el servicio de trolebús exige un sistema bifilar (un hilo positivo y un hilo negativo) completamente aislado, soportado por un sistema de tensores, aisladores y herrajes a lo largo de la ruta; catenaria rígida suspendida.

3. Material Rodante Especializado: Se utilizan autobuses eléctricos que van desde unidades estándar de 12 metros hasta configuraciones articuladas de 18 metros para corredores de alta demanda. Estos vehículos están equipados con motores eléctricos de tracción, inversores de potencia y sistemas neumáticos, cuya integración tecnológica contempla el sistema de carga en movimiento In-Motion Charging (IMC).

   A continuación, se describen los dos primeros componentes; las especificaciones del tercero están descritas dentro de los componentes principales del proyecto.

Infraestructura de Alimentación y Tracción: Subestaciones Rectificadoras de Tracción (SER)

Cuenta con capacidad de 2000 kW, tensión de entrada 23,000 Vca, suministrado por la compañía de energía, con una tensión de salida 600 Vcc, a través de un sistema de rectificación de 12 pulsos, cuyo alcance es el diseño, fabricación, suministro, ejecución pruebas y puesta en servicio.

Se considerarán del tipo compactas autocontenidas, dispuestas en contenedores marítimos que contengan todos los elementos necesarios para la operación de las

subestaciones, que permitan su instalación rápida con el menor espacio posible para su desarrollo.

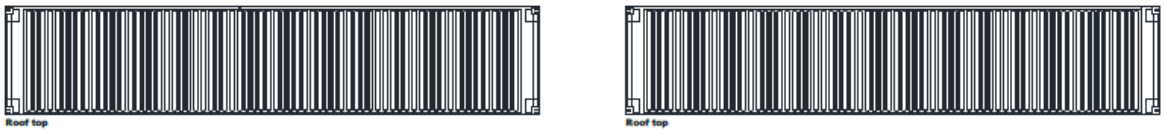
Por su deposición, se considerarán dos contenedores independientes, el primero para el sistema eléctrico de media tensión de corriente alterna y el segundo para el sistema de baja tensión de corriente continua. Los contenedores que integran a la subestación rectificadora serán instalados a la intemperie, considerando un ancho máximo de 3 metros y una longitud utilizable de 35 metros.

La subestación de tracción de corriente continua tipo compacta autocontenida consta de dos módulos:

a. Contenedor A de media tensión / control: equipos que incluyen principalmente aparamenta de media tensión, equipos de control de energía, transformador de tracción, transformador de estación y transformador de servicios.

b. Contenedor B Rectificación y Distribución Baja Tensión Corriente Continua: Rectificador, aparamenta de CC (Positivos y negativos) y sistemas de gestión de datos.

Configuración 2 (dos módulos):



Modulo A
Celda de Energía Media y Baja Tensión CA, Transformador de Tracción

Modulo B
Rectificador de 2000kW - Celda de Distribución CC

Figura 44. Configuración de los dos módulos contenedores marítimos para la subestación eléctrica autocontenida.

La SER estará preparada para recibir una alimentación eléctrica de entrada proporcionada por una fuente externa de 23 kV, 3 fases, 4 hilos, 60 Hz. provenientes de la Red de Distribución Eléctrica propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, con una variación admisible de ±10%. La subestación garantizará la transformación de la tensión de 23,000 Vca a 600 Vcc, proporcionando el suministro

eléctrico de tracción a la Línea Aérea de Contacto (Catenaria) mediante 5 interruptores extra rápidos, 4 de ellos destinados a líneas de distribución y uno como interruptor Bypass, teniendo una alimentación del circuito eléctrico de tracción de 600 Vcc a través de bus.

La subestación de rectificación garantizará la potencia final de 2000 kW en su etapa de tracción en régimen permanente con una capacidad de sobrecarga de 150% durante dos horas y de 200% durante un minuto (aún después de la sobrecarga de 150% durante dos horas) sin que sufra daño ningún componente de la subestación.

Se instalarán tres subestaciones rectificadoras de tracción (SER), las cuales convierten la corriente alterna de la red pública a la corriente continua, necesaria para la tracción de los vehículos tipo trolebús: una delante de la rampa de acceso de la estación Tlapacoya (PK 1+638), otra antes de la estación carretera Internacional (PK 4+420) y otra en la estación Camino a san Francisco (PK 7+460).

Línea Aérea de Contacto (LAC)

Para transportar la energía eléctrica de tracción desde las Subestaciones Rectificadoras, se empleará una red aérea denominada catenaria (Línea Aérea de Contacto), encargada de inyectar, distribuir, transmitir y otorgar el medio de conexión para las unidades de trolebús. Se llevará del centro de la vialidad hacia la orilla de los carriles con la finalidad de que esta no tenga interacción con la estación que se encuentra al centro del espacio destinado para el trolebús, para tal fin, como soportería se colocarán postes de tipo metálico galvanizado.

La infraestructura de la Línea Aérea de Contacto, para su diseño y dimensionamiento en sistemas de tracción con unidades de Trolebús, está referenciado en estándares y normas internacionales (IEC/EN), así referencias regionales y nacionales adaptadas, cuyos sistemas principales son:

- Líneas de Inyección y Distribución, conductor de aluminio, donde cada sección de alimentación lleva un conductor para el polo positivo y un conductor para el polo negativo. Su punto inicial de conexión es a la salida del interruptor derivado de la Subestación Rectificadora, transportando la energía hasta el inicio de la sección eléctrica

- Soportaría, tendido de posterío metálica a lo largo de la Línea Aérea de Contacto, encargado de soportar la infraestructura eléctrica y electromecánica, integrada por todos los elementos de fijación y montaje, como son herrajes de suspensión, aparatos de línea, segmentos curvos, cruceros, limitadores, elementos aislantes y todo aquel elemento necesario para el montaje de la red eléctrica.

El sistema de suspensión y soporte de una Línea Aérea de Contacto (LAC) para trolebuses es significativamente más complejo que el de un tranvía o tren ligero, debido a que debe sostener dos hilos de contacto (positivo y negativo) con un aislamiento eléctrico total entre ellos y respecto a la estructura de soporte.

A diferencia de la catenaria ferroviaria o de tranvía, el sistema de trolebús considera ménsulas soporte en sustitución de los cantiliver's, brazos horizontales que sobresalen de los postes para posicionar los hilos de contacto sobre el carril de circulación. En trolebuses, las ménsulas deben ser robustas para soportar el peso de ambos hilos y las tensiones laterales en curvas.

Los postes (soportes verticales), aunque no son herrajes "per se", su diseño es integral al sistema de soporte, los postes de acero serán de sección circular u octagonal, diseñados para soportar momentos de flexión elevados (especialmente los postes de anclaje. Todo poste de acero será protegido mediante galvanizado por inmersión en caliente para garantizar una vida útil de al menos 30 años sin mantenimiento mayor, atendiendo lo indicado en la norma CFE 00200-01.

- Hilo de Contacto. Medio de conexión de la red de suministro eléctrico con las unidades de trolebús, proporcionando el medio idóneo para la conexión eléctrica de las unidades en movimiento. El hilo de contacto (conductor que transmite la energía al colector del trolebús) es la más estricta de todo el sistema, ya que el componente debe poseer una conductividad eléctrica excepcional y una resistencia mecánica extrema al desgaste por fricción y al estiramiento (fluencia).

- Sistema de Protección. Conformada por los elementos de aislamiento y protección eléctrica de la Línea Aérea de Contacto, que permiten seccionar eléctricamente los tramos de sección. Asimismo, se integran los sistemas de puesta a tierra y sistemas de protección contra descargas atmosféricas.

- Elementos de Protección Eléctrica Activa y Pasiva. Estos elementos actúan cuando el aislamiento falla o cuando ocurren eventos externos (como descargas atmosféricas o maniobras):

- Protección contra Cortocircuitos (Di/Dt, en la red de corriente continua, un cortocircuito entre el hilo positivo y el negativo (por ejemplo, si un separador se rompe y los cables se tocan) genera corrientes instantánea de gran magnitud en milisegundos, operando a la apertura los interruptores extrarrápidos (HSCB - High-Speed Circuit Breakers), que aunque se instalan físicamente dentro de las subestaciones de rectificación (norma IEC 61992), son los verdaderos protectores de la LAC. Están calibrados para medir la tasa de incremento de corriente (Di/\Dt) y despejar la falla en menos de 20 milisegundos, antes de que el arco eléctrico funda el hilo de contacto ranurado o dañe los inversores de tracción de los trolebuses.

- Protección contra Sobretensiones (Descargas Atmosféricas), las líneas aéreas actúan como grandes antenas receptoras de descargas atmosféricas, por lo que deberán de disponer de apartarrayos de corriente continua (Surge Arresters), instalados directamente en los postes donde los cables alimentadores (FEEDERS de 1500 KCM) se inyectan a la línea de contacto. Normalmente los apartarrayos emplean tecnología basada en Varistores de Óxido Metálico (MOV). Cuando el voltaje excede el umbral de seguridad (ej. pasa de 600 V a 2000 V por un rayo), el apartarrayos "abre" un camino de muy baja impedancia hacia tierra, drenando el rayo y protegiendo los aisladores y los vehículos.

- Protección contra tensiones de toque (Seguridad de Peatones), regulado estrictamente por la EN 50122-1 (Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno), donde se indica que el cable de nativo del rectificador deberá de estar sólidamente aislado de la red de tierra física.

- Puesta a Tierra de Postes: Todos los postes de acero galvanizado (norma CFE L0000-06) deben tener una varilla de tierra física (Copperweld) conectada en su base.

- Dispositivos Limitadores de Tensión (VLD): En zonas de paradas de pasajeros, si un cable energizado se suelta y toca el poste metálico, el poste podría quedar a 600 Vcc respecto al pavimento. La red de tierra asegura que el disyuntor de la subestación lo detecte como una fuga y corte la energía inmediatamente, limitando la "tensión de paso y toque" a niveles seguros (< 60 V en condiciones de falla prolongada).

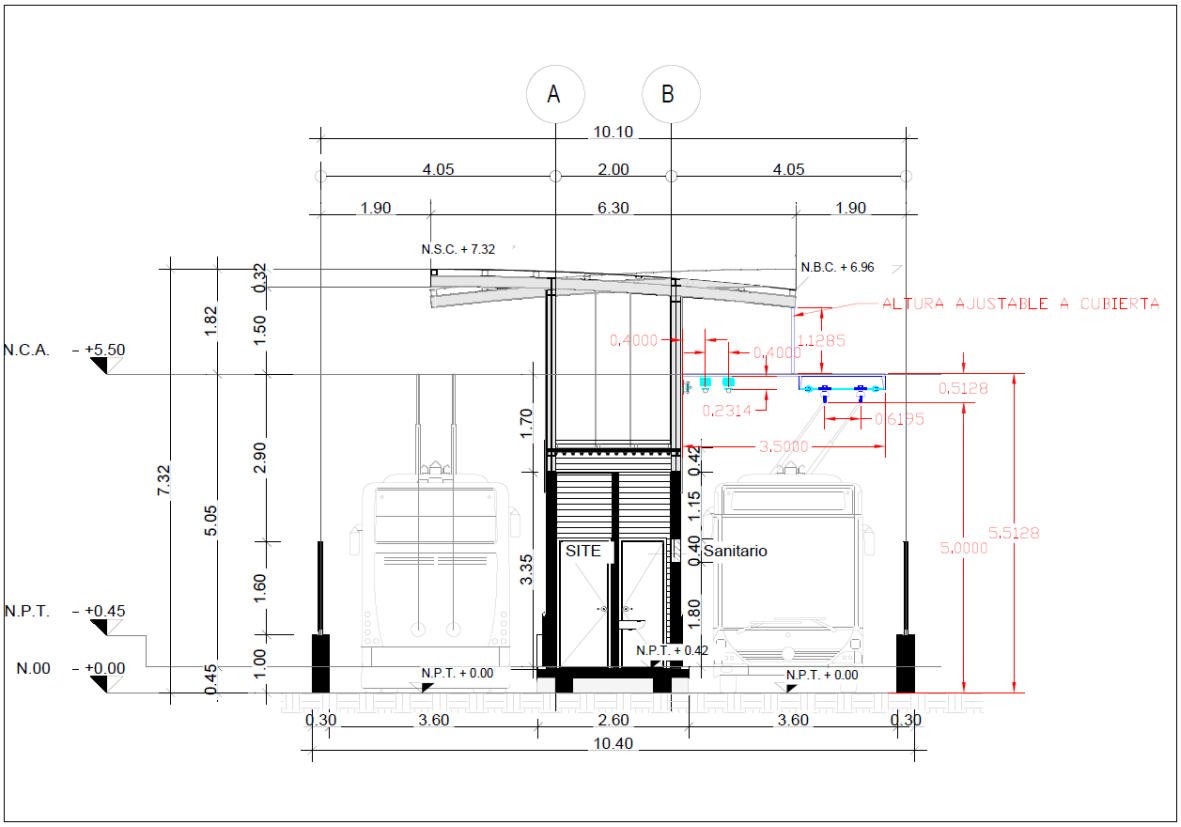


Figura 45. Ubicación de las catenarias

La documentación referente a las instalaciones eléctricas se encuentra en la subcarpeta “Instalaciones” de la carpeta “Anexos Capítulo 1”.

En el área del proyecto no se encuentran zonas de anidación, refugio, reproducción o conservación de alguna especie de flora y/o de fauna.

1.8 Descripción de las actividades a realizar.

El proyecto contempla la realización de las siguientes actividades. Para su consideración en la evaluación de impacto ambiental, se dividen por etapas:

- Preparación del sitio

- Construcción
- Operación y mantenimiento

En los siguientes apartados se describen dichas actividades por cada etapa.

1.8.1 Etapa de preparación del sitio.

Para dar inicio con los trabajos de construcción, la planeación toma en consideración las características físicas del sitio determinando los tramos y secuencia de ataque:

- Autopista Mexico – Puebla (0+000 – 2+025 - 2+200)
- Av. Cuauhtémoc – Ejido San Buenaventura (3+910 – 7+500 – 9+372)
- Av. Canal de Santa Barbara y/o Hacienda Corralejo (2+200 – 3+910)

Donde en forma simultánea se programan los frentes de trabajo para cada tramo como son:

- Viaducto Elevado
- Carril Confinado
- Estaciones

Para la ejecución de la obra, se necesitará una superficie total aproximada de 2,100 m^2 (93 m de frente por 22.5 m de fondo). Dicha área contará con oficinas, estacionamiento, servicio médico, almacén, patio de armado

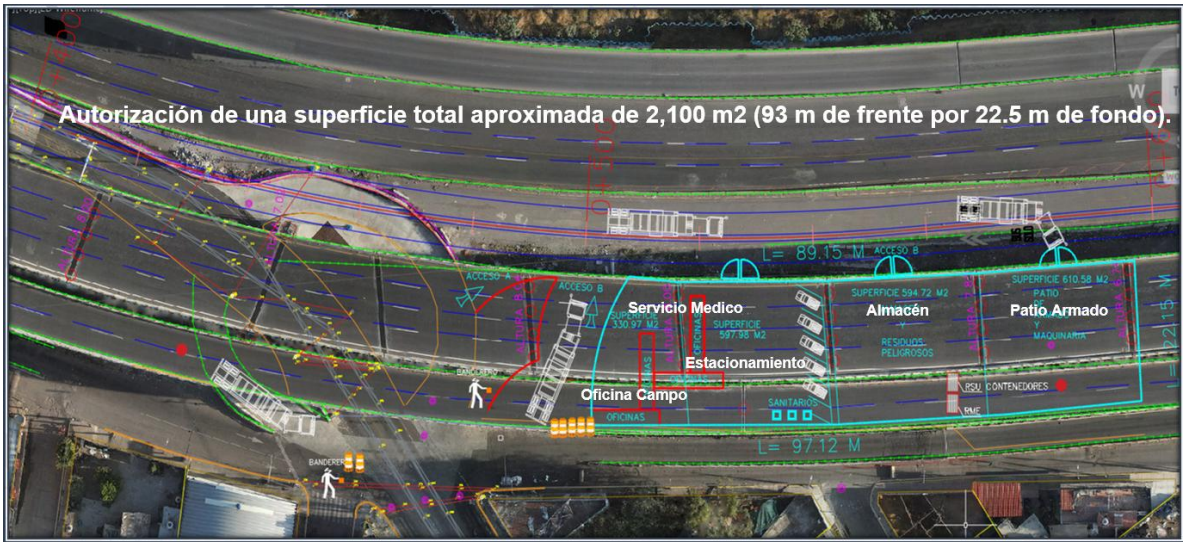


Figura 46. Obras temporales para la ejecución de obra.

El área solicitada está ubicada en el cruce de la calle López Mateos, bajo puente de la Autopista México – Puebla y el ingreso del Trolebús a Valle de Chalco, correspondiente a los cadenamientos de proyecto del km 0+500 al 0+600.



Figura 47. Ubicación de las obras temporales para la ejecución de obra.



Figura 48. Ubicación de las obras temporales para la ejecución de obra.

Es importante precisar que esta será un área de utilización temporal, la cual se retirará una vez que se concluyan las actividades de preparación del sitio y construcción.

- **Obra inducida.** Implica la modificación, reubicación, protección o cancelación, ya sea temporal, o permanente de instalaciones o infraestructuras existentes. En este caso, se trata de instalaciones de:
    - Agua potable
    - Agua tratada
    - Drenaje pluvial
    - Torres de servicio eléctrico
    - Gas natural
    - Fibra óptica
    - Ductos de Pemex

- Semáforos

- Se realizará corte con sierra en pavimento de concreto hidráulico y/o carpeta asfáltica, de 5 cm de profundidad (en Estaciones Av. Canal de Santa Bárbara y Av. Cuauhtémoc)

- Se realizará las siguientes actividades:

  - Demolición de pavimento de mezcla asfáltica y concreto reforzado, por medios mecánicos (retroexcavadora y martillo hidráulico)

  - Trazo y nivelación. Se ubicarán y definirán en el terreno los ejes señalados en el plano. En lo que corresponde a la nivelación, se determina la diferencia de alturas entre un origen conocido y varios puntos. Se utilizarán el nivel y el tránsito. Aunado a lo anterior, se tomarán en cuenta los siguientes puntos:

    - Se tomarán como referencias de medición las construcciones aledañas al área del proyecto, banquetas y la vía pública, entre otras.

    - Se marcará la ubicación de instalaciones o equipamiento no referenciado, tales como tomas de agua, drenajes, registros, etc.

  - Desmonte (para el viaducto elevado). Consiste en la eliminación de arbustos y maleza en la zona donde se instalará el viaducto elevado, excepto en las áreas de la autopista y la incorporación a la av. Santa Bárbara.

  - Despalme. Consiste en la remoción de la capa superficial de tierra, para evitar contaminación del suelo de cimentación. Será en los mismos puntos en donde se realizó el desmonte.

- Tala, poda y retiro de árboles (previo dictamen de arbolado urbano). Se removerán árboles catalogados como arbolado urbano, en las zonas donde se pretenden instalar las estaciones, específicamente en las estaciones ubicadas en la Av. Canal de Santa Bárbara.

  Previo a determinar su estado fitosanitario, se realizó un censo del arbolado urbano. Se registraron 743 árboles con una cobertura de árboles de *Populus*. Las tres especies más comunes son *Populus* (19.4 por ciento), *Jacaranda mimosifolia* (14.3 por ciento) y *Cupressus macrocarpa*

(12.9 por ciento). En cuanto a presencia de especies bajo algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se han registrado especímenes de Colorín (*Erythrina coralloides*), que se encuentra bajo el estatus de Amenazada (A); sin embargo, es importante precisar que en el diseño y ubicación de las estaciones se consideró su ubicación para evitar cualquier incidencia. La elaboración del dictamen de arbolado urbano está en proceso, para determinar, con base en su estado fitosanitario se justifique su derribo, poda o banqueo (traslado). Asimismo, es importante precisar que una vez autorizado el proyecto, se desarrollará e implementará un programa de rescate y reubicación de los organismos de flora que resulten aplicables

- Excavación para desplante de cimentación superficial en estaciones. Se refiere a la remoción de la capa superficial del terreno, generalmente a una profundidad de hasta 1.50 m, para desplantar zapatas o losas sobre suelo firme

- Excavación en caja (para el carril confinado). Se realizará un corte controlado en los puntos de terreno natural, generalmente de 30 a 50 cm de profundidad, para retirar material y alojar la estructura de pavimentos o cimentaciones

- Excavación hasta alcanzar los niveles. Incluye la remoción de tierra, rocas u otros materiales para preparar el terreno para la cimentación, cimentaciones, tuberías u otros elementos estructurales.

- Carga y acarreo de material producto de demoliciones. Se realizará a través de camiones de volteo.

1.8.2 Etapa de construcción.

El ingreso de maquinaria y personal a la Autopista México–Puebla será a través de Glorieta Caseta Vieja.

- Acceso “A”, de acuerdo con los horarios establecidos con el STE Trolebús Línea 11

- Acceso “B”, permite el control exclusivo de la constructora y horarios extendidos, sujeto a permisos para demolición y reconstrucción posterior de muro de contención.

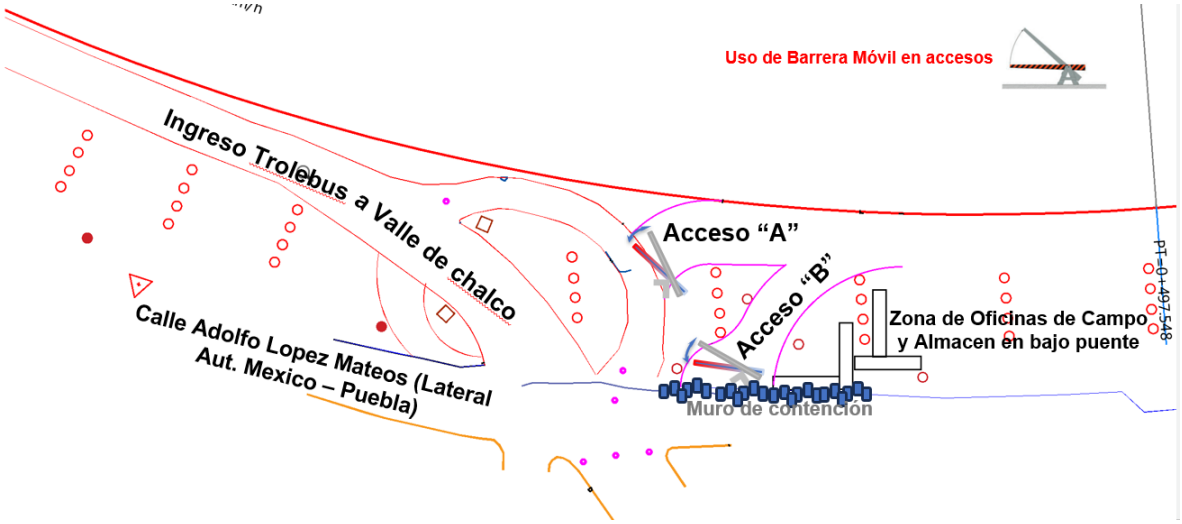


Figura 49. Ingreso de maquinaria y personal a la Aut. Mexico–Puebla a través de la Glorieta de Caseta Vieja

Se instalarán dispositivos de seguridad para confinar la zona de construcción de carriles y estaciones. Asimismo, se instalará la señalética correspondiente, con base en lo establecido en la NOM-086-SCT2-2023 señalamiento y dispositivos para protección en zona de obras viales.

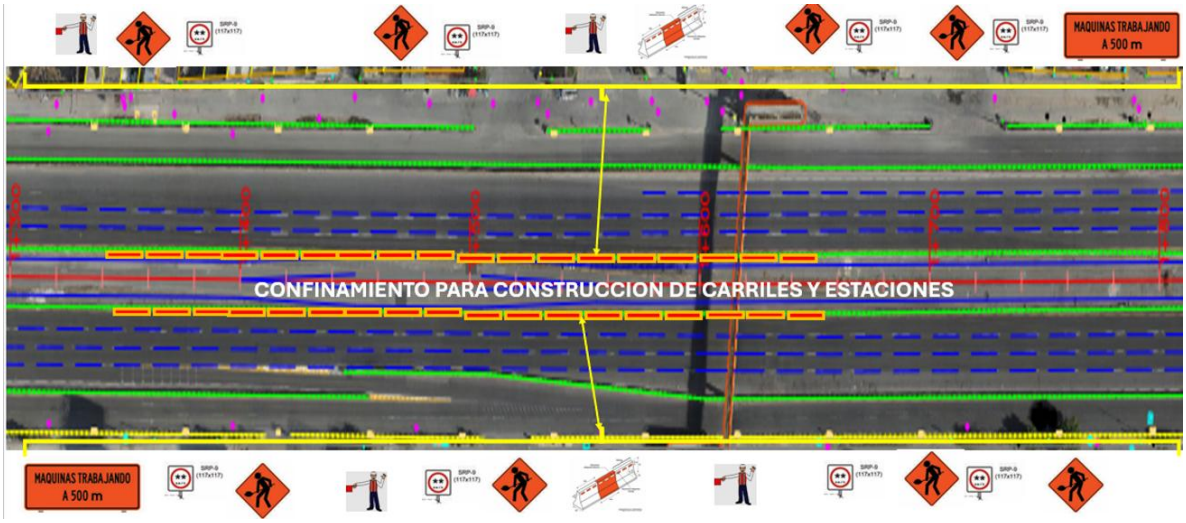


Figura 50. Dispositivos de seguridad



Figura 51. Señalamiento protección de obra

1.8.2.1 Carril confinado.

Para la construcción del carril confinado se considera un mejoramiento a través de un proceso denominado “caja de pavimento”. Se incluye el balizamiento, señalamiento horizontal y vertical, dispositivos de seguridad y alumbrado público. Se incluyen las siguientes actividades:

- *Mejoramiento del terreno subrasante*. Se incluye la formación y compactación de la capa subrasante al 90% de su peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.) con material de banco.
- *Mejoramiento del terreno para la sub-base*. Se incluye la formación de la capa de sub-base compactada al 100% de su P.V.S.M.
- *Mejoramiento del terreno para la base*. Se construirá una base hidráulica de 20 cm de espesor, la capa está formada con relleno fluido. Posteriormente se colocará un muro a base de yeso de 12.7 mm de espesor en una o ambas caras sobre un bastidor metálico de lámina galvanizada cal. 20; el acabado de la superficie contará con una capa uniforme de compuesto cementico de 1 mm de espesor.
- *Colocación de juntas de dilatación.* Se instalarán con la finalidad de absorber movimientos estructurales y evitar fisuras en el suelo. Se instalarán en esquinas, cambios de material y perímetros, con un ancho que garantice que la estructura de la junta sea flexible y sellada.
- Colocación de concreto Mr-45.
- Colocación de delimitadores. Sirven para gestionar los movimientos estructurales por cambios térmicos, cargas de tráfico y prevenir daños por la entrada de agua o materiales incompresibles.
- Colocación de señalamiento horizontal. Consiste en la aplicación de marcas, líneas, símbolos y letras sobre el pavimento o estructuras adyacentes para regular y canalizar el tránsito
- Colocación de señalamiento vertical. Se colocarán los señalamientos informativos, restrictivos o preventivos en postes o estructuras. Se instalarán a una distancia del hombro de la carretera (generalmente entre 50-150 cm) y a alturas específicas, para garantizar visibilidad y seguridad vial
- Colocación de ductería para las instalaciones. Se utilizarán tubos de polietileno de alta densidad RD 21, unión a tope, a base de termofusión o tubos Conduit
- Construcción de puente peatonal (a la altura del cadenamiento 0+188.50, dentro de una superficie de aproximadamente 1000 m^2).
    - Hincado de tablaestacado metálico
    - Cimentación profunda y superficial
    - Montaje de estructura metálica
    - Construcción de accesos (cimentación profunda y superficial, montaje de estructura metálica)
    - Colocación de concreto en pasarelas y puente
    - Colocación de barandales, rejillas y pasamanos
    - Instalación de sistema eléctrico y de alumbrado (luminarias, artefactos lumínicos solares, postes metálicos, tubería)

- Instalación pluvial (tubería a base de PVC, soportería para tuberías, coladeras, señalización)
- Instalación de red pluvial exterior (tubería de polietileno, registro de tabique para descargas)

1.8.2.2 Viaducto Elevado.

Se construirá el Viaducto Elevado (Puente Autopista) para la conexión del tramo de la Autopista con el tramo en la Av. Santa Bárbara/Av. Hacienda Corralejo, la sección transversal del viaducto elevado, estará compuesta por dos carriles, una banqueta en cada lado, sobre ella un parapeto de concreto y metálico, contemplando el radio de giro adecuado para que las unidades del trolebús biarticulado transiten en ambos sentidos, y al mismo tiempo, estará equipado con el señalamiento horizontal y vertical necesario para el tránsito seguro.

El eje de trazo del corredor de esta línea de Trolebús a Ixtapaluca, se ubicará al centro de las secciones del par vial de la actual autopista México–Puebla, específicamente en los carriles de la antigua autopista, que actualmente se encuentran fuera de servicio.

El diseño estructural es a base de cimentación profunda a través de pilas de concreto reforzado, zapatas de concreto reforzado, columnas y cabezales, hechos en sitio o prefabricados, trabes prefabricadas, banquetas, parapeto de concreto, parapeto metálico, capa de rodamiento con concreto MR-45, bajadas pluviales, alumbrado público e instalaciones electromecánicas; asimismo se proyecta el desplante de los apoyos para librar el claro de la autopista México-Puebla, hacia la Av. Santa Bárbara / Av. Hacienda Corralejo.

Cimentación profunda

Para el inicio de la cimentación profunda del Viaducto, será necesario lo siguiente:

- Acondicionar el acceso al área de trabajo.
- Autorización para el retiro de las Barreras de Concreto, siendo necesario la coordinación con la Dependencia para solicitar el permiso con el STE Trolebús Línea 11.
- Se requiere utilizar la glorieta de retorno del Trolebús Línea 11, ubicado en la Autopista Mexico – Puebla y la Av. Solidaridad para el traslado e ingreso del equipo.

Es necesario contar con la autorización para poder “cercar” con “Malla Ciclónica” un espacio (claro) debajo del Viaducto de la Autopista para implementar lo siguiente:

- Recepción y resguardo provisión de Maquinaria y Equipo.
- Acondicionamiento para recepción de materiales para su traslado al frente de trabajo.
- Implementación mediante módulos tipo “Casaflex”, espacio para la contratación en obra del personal sindicalizado.
- Se contará con el servicio de una Empresa de Seguridad Privada para el control del acceso en este sitio.
- Durante el periodo de la obra, se tendrá personal seguridad que supervise que los trabajos se realicen con todas las medidas de seguridad correspondientes

Para llevar a cabo la cimentación profunda se llevará a cabo la perforación de pilas de 1.20 m de diámetro y una profundidad de 20 m. Posteriormente se armará y colocará el acero de refuerzo con un límite de fluencia (F'Y) de 4,200 Kg/cm^2 en pilas de 1.20 m. por último, se coloca el concreto pre-mezclado clase 1, con una resistencia de compresión (FC) de 300 Kg/cm^2.

Las cimentaciones profundas a base de pilas coladas en sitio son una clase de cimentación pensada para solucionar la transmisión de cargas a los estratos más resistentes del suelo.

Para las pilas de cimentación será necesario la construcción o conformación de las plataformas de trabajo, deben estar sensiblemente planas y debiendo contar con características de conformación.

Una vez preparada la plataforma de trabajo, se da inicio al proceso de construcción de pilas de cimentación. El método constructivo se divide en 4 etapas:

- Perforación circular vertical (sin campana). En este proceso se contempla la utilización de polímero en caso de ser necesario en toda la longitud de la pila de cimentación o donde se presente problemática de caídos y cavidades en las paredes de perforación.
- Colocación de acero de refuerzo (armados), dependiendo el diámetro de la pila, llevan varilla corrugada #8 o #10 como acero longitudinal y varilla corrugada #4 o #5 como acero transversal. Para la continuidad del acero

vertical se realizará el traslape de varilla a longitud permitida de proyecto o se utilizarán conectores mecánicos roscados para unir las barras de la armadura.

- Colado de concreto estructural f´c = 300 kg/cm^2 mediante tubería Tremie.
- Excavación para desplante de zapata y descabece de las pilas.

Para la perforación de las pilas de cimentación, se utilizará una perforadora rotaria Soilmec SR-65 o similar, con este equipo de perforación el terreno será excavado o cortado y removido a través de la aplicación de un empuje vertical y al mismo tiempo una fuerza de rotación (torque).

Se comienza la perforación en suelo, girando el bote o broca de perforación y accionando presión al suelo por medio del equipo, hasta que la broca o bote se llenan de material producto de excavación, levantando el Kelly con el bote o broca hasta salir de la perforación realizada.

El material producto de la perforación será retirado del área de trabajo durante el transcurso de la perforación, con el apoyo de una retroexcavadora CAT-416 o similar y cargando a un camión de volteo y retirado al banco de tiro autorizado.

Este ciclo o proceso de perforación continuara repitiéndose, alternando los botes y brocas de corte conforme lo requiera el estrato o material que se esté atravesando hasta concluir la perforación, llegando al nivel de desplante de la pila.

Después de haber alcanzado la profundidad de proyecto, es necesario realizar la limpieza del fondo de la pila con un bote de limpieza. Con esto se asegurará que no hay presencia de caídos y/o azolve que entorpezcan la penetración del armado y afecten la longitud efectiva de proyecto de la pila. Antes de colocar el armado dentro de la perforación, se verifica con una sonda la profundidad total y final de la pila.

Habiendo concluido la perforación, se estroba la armadura de acero y con el apoyo de la grúa, se iza y coloca el acero dentro de la perforación. La colocación del acero de refuerzo a lo largo de la perforación previamente realizada, la longitud de la pluma de la grúa debe garantizar que la jaula pueda izarse en toda su longitud.

El tiempo que transcurra desde el término de la perforación hasta colocar el armado o refuerzo de la pila, no debe ser mayor a 24 horas en ninguna circunstancia, en caso contrario, se debe repetir la verificación y limpieza del fondo de la perforación. Enseguida se realiza el izaje y colocación de acero de refuerzo y posteriormente el concreto con tubería Tremie.

Colocado el acero de refuerzo, se procede a introducir la tubería Tremie por medio de la cual se colocará el concreto con resistencia de proyecto. La tubería Tremie es un conjunto embudo tubería seccionada en tramos de 3 m y equipado con conexiones de chicote (conexiones rápidas) de diámetro de entre 10 a 12" que permite introducir el concreto con facilidad hasta el fondo de la perforación en pilas de cimentación profunda.

El método de colado con tubería Tremie es implementado de tal manera que se comienza a colocar el concreto a partir del fondo de la perforación, dejándose en todo momento embebida la última sección, de manera que al avanzar la colocación de concreto se lleva a cabo un desplazamiento continuo del lodo, manteniendo una sola superficie de contacto, que es la del primer volumen de concreto colocado.

El vaciado del concreto debe de hacerse con un continuo movimiento ascendente y descendente (chaqueteo), con la finalidad de romper la fricción concreto-tubo; es importante vigilar que no se caiga en un exceso de movimientos verticales, ya que pueden ocasionar un ascenso del acero de refuerzo. Durante el colado se debe tener siempre ahogada la tubería Tremie un mínimo de 1.5 m y un máximo de 8 m dentro del concreto, para evitar la segregación y contaminación.

Concluido el colado las pilas de apoyo, se realizará la excavación en caja para el desplante de la zapata de cimentación y se procederá con el descabece de las pilas construidas.

Se descubre el acero de la parte superior de la pila demoliendo el excedente de altura el concreto con respecto al nivel de desplante de la zapata en cada apoyo, con la finalidad de darle continuidad estructural a la estructura en conjunto.

Para desplantar la cimentación profunda a base de pilas de cimentación se hará sobre concreto sano de la pila, se dejará en la parte superior una longitud extra de concreto, este concreto que se retira, acarrea impurezas durante el proceso de colado, procurando que la herramienta de ataque no produzca fisuras en el concreto que recibirá la zapata de cimentación.

Cimentación superficial.

- Se realiza el descabece de pilas, que consiste en la demolición de la parte superior de la cimentación profunda para eliminar concreto contaminado o de baja calidad, y así dejar al descubierto el acero de refuerzo para conectarlo con la estructura superior. Se realizará a través de medios manuales o mecánicos,

tales como martillos neumáticos o retroexcavadoras), o bien descabezadores hidráulicos.

- Se colocará muro de Berlín en zapata, que consiste en el hincado de vigas de acero y su anclaje a la zapata o cimentación para evitar movimientos horizontales.

- Se realizará excavación y/o corte (desmonte) a cielo abierto.

- Se colocará la plantilla de concreto con FC de 150 Kg/cm^2 y con un espesor de 10 cm

- Se colocará el acero de refuerzo, con F'Y de 4,200 kg/cm^2 en la estructura.

Colocación de cimbra de acabado común en subestructura

Se coloca la cimbra con acabado común en subestructura.

- Se colocará el concreto pre-mezclado clase 1 con FC de 300 Kg/cm^2 en subestructura

- Se realizará el relleno al 95%

Instalación de columnas, cabezales y trabes fabricadas en sitio o prefabricadas

- Se colocará el acero de refuerzo de F'Y=4,200 Kg/cm^2 en la estructura. Posteriormente se colocará la cimbra de acabado común y el concreto pre-mezclado clase 1 de F'C=300 kg/cm^2 en la subestructura.

- De manera temporal se colocarán apoyos de neopreno integral de 35(45) (4.1), así como topes del mismo material de 15(20) (2.0).

- Para las trabes de concreto presforzado, (trabe Aashto Tipo IV pretensada de H=1.35 M y L=30.00 m primero se colocará el acero de refuerzo en estructura, acero de pre-esfuerzo de baja relación. Se colocará la cimbra, y el concreto para posteriormente colocar el cable tipo cascabel galvanizado para izaje, los ductos de plástico, para finalmente transportar y montar las trabes.

Colocación de losa de compresión

Es una capa de concreto que trabaja en conjunto con el acero de refuerzo para absorber esfuerzos de compresión, distribuir cargas uniformemente y dar rigidez estructural.

- Primero se coloca la losa, que incluye el acero de refuerzo en la superestructura, la malla de ingeniería para losas, la cimbra de acabado común y el concreto premezclado.

- Posteriormente se dejan las juntas de dilatación, con una capacidad de movimiento de -60/+100 Mm).

- Por último, se colocan las losas de aproximación, que suavizan la transición entre el terreno natural y el viaducto elevado, absorbiendo los asentamientos del relleno a lo largo del tiempo. Se coloca el acero de refuerzo en la losa de acceso, la cimbra de acabado común en superestructura y el concreto premezclado en la losa de acceso.

Colocación de ductería para las instalaciones

Se colocará la ductería para las instalaciones, para lo cual se utilizarán tubos de polietileno de alta densidad RD 21, unión a tope, a base de termofusión o tubos Conduit.

Colocación de acero y concreto

Se suministrará el acero estructural para las estaciones, tales como perfiles, vigas, IPR, HSS, anclas y placas) A-50; posteriormente se colocará el concreto premezclado en la subestructura, y finalmente se aplicará pintura de esmalte intumescente epóxico con un espesor de 16±2 milésimas de pulgada, de manera que se garantice la protección contra fuego por 3 horas.

Colocación de señalamiento vial y mobiliario

Se colocará el señalamiento vial correspondiente. Asimismo, se colocarán los bancos, topes y pantalla, hechas con acero de refuerzo F'Y=4,200 kg/cm^2 en estructura, cimbra de acabado común y concreto premezclado clase 1 de F'C=300 kg/cm^2 en subestructura.

1.8.2.3 Estaciones.

Para la construcción de las estaciones se llevarán a cabo las siguientes actividades. Las instalaciones al interior varían dependiendo de la ubicación de la estación (intermedias, terminal).

- Colocación de concreto premezclado clase 1 para la losa de acceso
- Colocación de cimbra común en elementos de concreto hidráulico
- Colocación de concreto hidráulico
- Colocación de juntas de dilatación tipo sello elastomérico
- Colocación de rellenos para desplante de cimentación superficial
- Aplicación de sistema impermeable a base de 2 capas base tipo Al-Tex Cem y una capa final tipo Al-Tex Cem Uh
- Suministro y habilitado de acero de refuerzo
- Colocación de piso de mármol
- Fabricación de estructura metálica para las estaciones
- Montaje de estructura metálica para estaciones
- Montaje de techumbres
- *Montaje de fachadas para estaciones.* Se colocará un cancel tipo K Cancel Tipo K4 251.50 X 290.0 con dos piezas, de cristal inastillable formado por 2 hojas de cristal templado transparente de 6 mm de espesor cada una, con laminado Sentryglas. Después se colocará una puerta de acceso a la estación de sección variable, metálica con logo de la CDMX en placa de 3/8, soleras horizontales de 2X5/8, acabado en soleras, marco y cartabones en esmalte alquidálico.
- Colocación de ductería para instalaciones. Se contará con un banco de 4 tubos de polietileno de alta densidad RD 21, unión a tope, a base de termofusión o tubos Conduit, se construirá un registro eléctrico de 60 x 80 x 80 cm con tapa, se instalará la tubería Conduit galvanizada de diferentes diámetros para las canalizaciones eléctricas de la estación.

- Posteriormente se instalará la acometida eléctrica, incluyendo la mufa, el tubo Conduit P.G., codo galvanizado de 53 mm, un registro de paso de 80 X 60 X 120 cm y varilla puesta a tierra física.

- Se instalará un ducto cuadrado embisagrado de 4 x 4 de uso general

- Se instalarán los equipos para las instalaciones hidrosanitarias, sanitario de personal y cuarto de aseo

- Colocación de señalamiento. Se colocará el señalamiento horizontal y vertical. Adicionalmente, se colocará el barandal de acero inoxidable de 90 X 600 cm con 4 postes, 8 soportes, 1 remate de pasamanos y un desarrollo total de zoclo de 650 cm.
- Se rehabilitará el pavimento (en el caso de las estaciones de San Buenaventura)

- Se colocarán los delimitadores para el carril confinado

- Se colocarán bancos, topes y pantallas.

1.8.2.4 Paradero y Zona San Buenaventura.

A continuación, se mencionan las actividades de construcción en el Paradero y en la zona de San Buenaventura:

- Se colocará el parapeto y la guarnición. Se colocará el acero de refuerzo en la guarnición, la cimbra de acabado común en la superestructura, el concreto premezclado clase 1, F'C=250 kg/cm^2 en la superestructura.
- Se realizará el montaje de postes, catenaria y accesorios (se describe en obra electromecánica)
- Colocación de muro de acceso. Se armará el acero de refuerzo, se colocará el concreto premezclado y se colocará la cimbra de acabado común
- Colocación de señalamiento vial. Se colocará el señalamiento horizontal y vertical

1.8.2.5 Paradero y CETRAM.

Las actividades para la construcción en la zona del paradero y el Centro de transferencia Modal (CETRAM) incluye lo siguiente:

- Mejoramiento de Terreno Subrasante
- Mejoramiento de Terreno para la Sub Base
- Mejoramiento de terreno para la base
- Construcción de bahías para desembarque y embarque de pasajeros. Posterior al trazo y nivelación, se colocarán las guarniciones, el relleno se realizará con material subrasante; se colocará el concreto en pasarelas de bahías de F'C=150 kg/cm^2. Una vez adquirido y liberado el derecho de vía, se instalará la techumbre de las bahías
- Colocación de señalamiento horizontal
- Colocación de concreto Mr 45

- Construcción de juntas de dilatación (Pasajuntas)
- Colocación de delimitadores para carril confinado
- Colocación de señalamiento vertical
- Demolición de elementos de concreto
- Colocación de losa de cimentación de concreto F´C=250 Kg/Cm^2
- Colocación de acero A50 En Trabes, Cabezales, Columnas Y Ménsulas, Incluye: Suministro, Habilitado, Recubrimiento epóxico, transporte y montaje.
- Colocación de Losa De Compresión De Concreto F´C=300 Kg/Cm^2
- Colocación de Parapeto Metálico

1.8.2.6 Obra electromecánica.

Se tendrá el correcto suministro de energía eléctrica en las estaciones intermedias y terminales, ya sea a través del uso de Subestación de Alumbrado y Fuerza (SAF) para alimentación en corriente alterna de los sistemas de Alumbrado, Contactos y Fuerza, como para los Equipos de Instalaciones Electromecánicas, (Máquinas Expendedoras y de Recarga, Torniquetes, etc.), Alumbrado de Emergencia mediante Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (UPS´s), o cualquier otro que garantice el servicio continuo.

Para la alimentación de los sistemas de tracción en la catenaria, se alimentará en distintos puntos de conexión a lo largo del trazo.

El Sistema de Alumbrado a lo largo del trazo se alimentará en los intertramos de las estaciones intermedias y estación terminal.

- Se realizará la cimentación de los postes; en el caso de la zona de Santa Bárbara, luego de la cimentación de los postes, se colocará el concreto Mr para pavimento.

- Posteriormente se realizará el montaje de los postes, la catenaria y sus accesorios

- Luego, se colocarán las subestaciones de rectificación, que transforma la corriente alterna de alta o media tensión en corriente continua de baja tensión. Para lo cual, antes de instalarlas, se realizará el trazo y nivelación.

- Posteriormente se colocará el señalamiento horizontal y vertical.

El proyecto contará con celdas modulares fotovoltaicas de silicio, protegidas con cristal templado y marco de aleación de aluminio anodizado, inclinado a 30º de la

horizontal con dirección al sur magnético de la tierra para su máximo aprovechamiento. el sistema tendrá la capacidad de generación de la zona geográfica de la zona centro del país, con nivel de insolación mínimo mensual 6.05 kwh/m^2/día y deberá cumplir con un coeficiente de carga de 1.43:1, para un mínimo de 24 horas de autonomía edxperienceusa.com®.

- Tendrá un controlador especial para corriente directa que permita el óptimo desempeño de la serie vt.dsle.40 solar ready ledxperienceusa.com®.

- Contempla un sistema de generación contenido en debajo de los módulos fotovoltaicos, con su apropiada ventilación, conectores macho y hembra, resistente a los rayos UV de grado industrial, el recipiente tendrá una plataforma adecuada para resguardar el sistema de generación y los aparatos electrónicos propios del sistema. para montaje a punta de poste para sujetar los módulos fotovoltaicos teniendo las dimensiones adecuadas para el montaje a punta de poste a prueba de errores.

- Cada panel contará como mínimo con un cable de conexión entre panel y luminario de al menos 15 m.

- Se colocará otro artefacto lumínico solar con sistema de generación un total de 12/24v|180w, en conjunto doble de panel solar para montaje superior en poste conformado por los siguientes elementos:

  Se instalarán celdas modulares fotovoltaicas de silicio, protegidas con cristal templado y marco de aleación de aluminio anodizado, inclinado a 30º de la horizontal con dirección al sur magnético de la tierra para su máximo aprovechamiento. el sistema tendrá la capacidad de generación de la zona geográfica de la zona centro del país, con nivel de insolación mínimo mensual 6.05 kwh/m^2/día y deberá cumplir con un coeficiente de carga de 1.43:1, para un mínimo de 24 horas de autonomía.
  Controlador especial para corriente directa que permita el óptimo desempeño de la serie vt.dsle.40 solar ready.
  Sistema de generación está contenido debajo de los módulos fotovoltaicos, con su apropiada ventilación, conectores macho y hembra, resistente a los rayos uv de grado industrial, el recipiente tendrá una plataforma adecuada para resguardar el sistema de generación y los aparatos electrónicos propios del sistema. Montaje y preparaciones necesarias para sostener los soportes que sujetaran el o los módulos fotovoltaicos y tendrá las dimensiones adecuadas para el montaje en la parte superior del poste a prueba de errores.

Dos paneles solares deberán contar como mínimo con un cable de conexión entre panel y luminario de al menos 15 m
Dos paneles que quedan, alimentaran una sola luminaria con cable de conexión aproximado de 30 m para mitigar caída de tensión.

1.8.2.7 Adecuación de gasas en la estación Constitución de 1917.

Se realizará una rectificación de las curvas en las gasas de incorporación y desincorporación en la estación de Constitución de 1917 (no forma parte del área del proyecto), ya que con la configuración actual los trolebuses no tienen posibilidad de dar la vuelta en las gasas. Sin embargo, es importante precisar que esta área ya está impactada.

1.8.3 Operación y mantenimiento

La operación consiste en el traslado de pasajeros a lo largo de las 12 estaciones del trolebús, así como la propia operación de las instalaciones (carril confinado, estaciones y terminal).

En cuanto al traslado de pasajeros, las labores de los operadores incluyen lo siguiente:

- El operador verificará el buen funcionamiento y estado de los sistemas de la unidad
- Si el trolebús se encuentra en condiciones de ser expedido a servicio, el operador colocará la bandera correspondiente o encenderá el display electrónico (según sea el caso) y seleccionará el destino respectivo
- El Expedidor autorizará, validará el destino, se le proporciona el kilometraje y firmará salida y destino
- El operador solicitará al policía auxiliar el extintor y registrará la salida en la papeleta del policía auxiliar firmando de conformidad.
- Si el trolebús no se encontrara en condiciones de salir a servicio, el operador avisará inmediatamente al Expedidor y al personal de mantenimiento para que sea atendida la unidad, describiendo específicamente las fallas que presenta el trolebús; esperará la reparación del trolebús, si esto no es posible, pedirá otro carro al Expedidor.
- Reportará al Centro de Comunicaciones (CC) toda situación que dificulte la continuidad del servicio, tomará las medidas necesarias acorde a las circunstancias para la continuidad del servicio, y en caso de una eventualidad

en la línea que ponga en riesgo la continuidad de servicio si es necesario, se quedará a proteger.

- Se utilizará el sistema de arrodillamiento o escalón de cortesía según sea el caso cuando sea solicitado por el usuario.
- Las horas de salida del depósito, así como de la terminal, deberá ser en apego al programa de la corrida que se esté laborando. podrá ser modificado únicamente por indicaciones de un mando superior.
- Al salir del Depósito e incorporarse a su Línea de trabajo, deberá llevar indicado la Terminal de destino, se dará servicio a la persona que lo solicite.
- Al llegar a la parada y al estar en alto total, deberá estar pendiente en el entorno antes de operar las puertas.
- Al realizar el ascenso y descenso de los usuarios, vigilará por medio de los espejos retrovisores la operación y al estar seguro al cerrar las puertas antes de avanzar, observando la circulación y los usuarios del camino.
- En caso de ser necesario, durante el desempeño de su jornada y por necesidades del servicio, seguirá las instrucciones del Regulador de Paso o jefe de Terminal para cumplir con otra ruta o destino.
- Queda prohibido manipular teléfono celular o cualquier dispositivo de comunicación o de audio, (audífonos, manos libres, radios, pantallas) así como el ingerir alimentos mientras el vehículo este en movimiento.
- Se realizarán las paradas de ascenso y descenso en los puntos oficiales haciendo alto total a una distancia de 30 cm de la banqueta sin poner en riesgo al usuario, En caso de que el usuario sea una persona con discapacidad o movilidad limitada utilizará el arrodillamiento, si el trolebús cuenta con este sistema, desplegará la rampa y lo invitará a colocarse el cinturón de seguridad. Así mismo le indicará al discapacitado que el trolebús cuenta con asientos reservados para su uso.
- No se permitirá que personas ajenas o del propio servicio manejen la unidad a su cargo (excepto Instructores para verificar alguna falla o prueba de la unidad).
- Cuando el Operador ingrese con carro malo inmediatamente proporcionará al Expedidor la clave otorgada del CC, supervisor o auxilio vial. Las unidades antes de ingresar al Depósito por rendir y/o carro malo y/o dentro del mismo realizarán los traslados en modo autonomía (Batería), para evitar riesgos en la línea elevada.
- No permitirá el ascenso a personas en estado de ebriedad, cancioneros, vendedores, personas con mascotas sin justificación médica o que lleven materiales peligrosos.
- No cambiará de ruta, ni de bandera sin autorización y no realizará regresos que no estén autorizados por el supervisor operativo, jefe de terminal o regulador de paso.

- Compartir el carril conforme al esquema de movilidad (ciclista) respetando los espacios designados por la secretaria de movilidad, teniendo como prioridad de paso siempre al peatón.
- Reportará las fallas y desperfectos que encuentre en el trolebús a su cargo al ingresar de la calle al depósito, reportándose con el expedidor en turno y en caso de rendir con carro malo deberá trasladar la unidad al taller correspondiente para su reparación.
- Cederá el paso a personas con alguna discapacidad, peatones, comitivas organizadas, filas escolares o manifestaciones.
- En caso de falta de relevo, al llegar a la Terminal próxima, notificará en forma inmediata al jefe de Terminal, la falta de este se comunicará al CC para avisar y posteriormente a la división para pedir instrucciones a seguir.
- Cuando el operador que rinde y por alguna circunstancia no pueda llegar al lugar del relevo, llamará al Centro de Comunicaciones para pedir instrucciones.
- No deberá ser acompañado en sus horas de trabajo de: familiares, adultos, niños y otras personas.
- Cederá el paso a vehículos oficiales y de emergencia con sirena abierta.
- Tendrá precaución al rebasar unidades estacionadas especiales tales como: camiones que estén descargando combustibles, escolares, camiones con escalera telescópica que dan mantenimiento al alumbrado público y semáforos, así como unidades con exceso de dimensiones.
- En líneas de carril compartido con ciclistas (Trole-Bici, Bus-Bici) deberá rebasar al ciclista a una velocidad de 20 a 30 Km/h, con inercia, luz de faros encendida, pie al freno y anunciarse con el claxon de baja según se requiera, a una distancia lateral de 1.5 metros.
- En cruceros de ferrocarril: hacer alto total, voltear hacia ambos lados y cuando esté seguro de que no se aproxima ningún tren, pasar con precaución y bajo la línea elevada en la medida de lo posible.
- Al ir circulando, guardar su distancia de seguridad con el vehículo de adelante, así como los posibles cortes de circulación.
- Guardar una distancia de 200 metros (aproximadamente 2 cuadras) con el trolebús que va adelante.
- Rebasar sólo en caso necesario y cuando se esté absolutamente seguro de poder realizarlo, cuando no lo pueda realizar en modo trolebús, el operador de la corrida en punta reportará al C.C., las unidades serie 20000 utilizarán modo Autonomia (batería) para pasar el obstáculo sin necesidad de reportarse al C.C. e inmediatamente conectarse en donde la vialidad permita seguridad en la maniobra a modo Trolebús.
- Observará frecuentemente los instrumentos de medición en particular el barómetro y voltímetro que estén en sus rangos de operación y en caso

necesario reactivarlos, (cada vez que llegue a un semáforo en alto). Cuando presenten algún indicador de falla en el tablero (testigo), deberá reiniciar la unidad apagándola por espacio de 3 minutos y realizar el encendido nuevamente (al llegar a un semáforo o en terminal) si continua la falla se reportara al CC, para recibir instrucciones.

- En un accidente, no se retire y auxilie al o los lesionados y repórtese al C.C.
- Al llegar a la terminal deberá hacer alto total activar freno de estacionamiento, tracción en neutro y atender las indicaciones del jefe de Terminal. Si el trolebús presentará alguna falla avisar inmediatamente al jefe de Terminal; en caso omiso será sancionado.
- Al rendir en el Depósito, dejará la unidad en el lugar que se le indique en posición de estacionado freno de estacionamiento activado, selector de marcha inhibido (en neutral “N”), y toda la botonera en posición de apagado, puertas cerradas con presión de aire y ventanillas cerradas.
- Si al rendir en el Depósito la unidad presenta falla dará aviso al Expedidor, y reportará las fallas encontradas y trasladándolo al área de Mantenimiento correspondiente (Llantas, Eléctrico, Carrocerías).
- En caso de incidente o novedad, realizará dentro de los primeros 4 días posteriores al suceso su informe y lo dirigirá a la Subgerencia de Transportación de adscripción y enviar copia a la Gerencia de Transportación Trolebuses y representación sindical.
- En caso de accidente, durante su jornada laboral, informará al CC para pedir instrucciones y número de parte. Informará al Jefe de Depósito de los Hechos.
- Los operadores que rinden sobre la línea lo deberán hacer en el viaje que indica el programa de transportación y en caso de coincidir con el lugar en sentido contrario y siendo la hora del relevo, lo deberá hacer por necesidades de la continuidad del servicio sin importar sea de subida o de bajada “el operador que no sea relevado podrá laborar un tiempo máximo de 3 horas”.
- Los operadores de turnos B y C deberán presentarse a la hora y en el lugar de relevo establecido, si por necesidades del servicio la corrida rindió en sentido opuesto al señalado (Al revés), será obligación del operador realizar dicho relevo.
- Los relevos deberán realizarse conforme al programa vigente establecido. (lugar y hora).
- Mantenerse informado de las circulares y avisos que genere la Dirección Ejecutiva de Transportación, Gerencia de Transportación Trolebuses y Subgerencias de Transportación Tetepilco y Aragón, dando cabal cumplimiento a lo que en ellas se indique.
- El operador sacará su cuenta una hora antes.

- Es obligación del operador proporcionar al Expedidor los datos relacionados a la unidad que le es asignada, como kilometraje al salir y al ingresar al depósito, así como introducir datos a dispositivos electrónicos que se encuentren en la unidad para efectos de registro y comunicación. También será responsable del buen uso y conservación de utensilios, equipo y demás enseres confiados durante su jornada, al término de ésta se entregarán a su relevo o Expedidor en turno.
- Queda prohibido a los operadores transportar motocicletas, motonetas y bicicletas de uso personal en la unidad durante su jornada de trabajo.
- Cuando haya necesidad y autorización para la retracción de postes colectores de forma automática, será obligación del operador retraer ambos automáticamente cuando la unidad se encuentre en alto total, en vertical a la línea elevada, esperar a que concluya la función hasta que el monitor regrese a su estado de origen “tablero de viaje”, para evitar daños en dicho sistema.
- Es obligación del operador elevar la suspensión de las unidades cuando se encuentre (topes altos, rampas, vados, bolardos, inundaciones etcétera) manteniendo una aceleración no mayor a 5 km/h.
- Por la necesidad de prestarse el servicio en forma regular y continua, el operador de planta o extra podrá laborar en cualquiera de las líneas y depósitos que conforman la Red del servicio en STE, así como la operación de las diferentes series de trolebuses con que cuente la empresa.
- Durante la prestación del servicio realizando queda prohibido descender de la unidad sin autorización y/o justificación, así como ingerir alimentos durante su recorrido.
- Verificará el correcto funcionamiento de la unidad y de encontrar alguna falla o anomalía reportarlo dentro del depósito al expedidor y en Línea al jefe de Terminal o al Centro de Comunicaciones.
- Registrará en el validador de peaje las cortesías de acceso gratuito. En caso de detectar alguna falla en dicho dispositivo deberá reportar al Centro de Comunicaciones.
- Circulará máximo a 20 km/h en zonas escolares.
- Circulará con precaución en baches o tramos en mal estado de la vialidad con la finalidad de cuidar y conservar el parque vehicular.

En el caso del viaducto elevado, se seguirá el mismo procedimiento, a diferencia de que al incorporarse al circuito elevado en la curva tendrá preferencia de paso el trolebús que se encuentre sobre el circuito e ingrese a la curva.

Para garantizar la continuidad del servicio, las autoridades enlistadas a continuación llevarán a cabo las siguientes funciones:

- *Regulador de paso.* Mantiene los intervalos de las unidades de trolebuses a lo largo de la línea conforme a su derrotero, respetando las paradas oficiales, en

apego al programa de transportación vigente, a fin de garantizar un buen servicio a los usuarios.

- *Jefe de terminal.* Organiza a los operadores para que cumplan con su trabajo en tiempo y forma; su principal cualidad es la capacidad de tomar decisiones ante situaciones complejas, con el fin de explotar los recursos humanos y materiales para ofertar el mejor servicio.
- *Centro de Comunicaciones (CC).* Es la columna vertebral del área de Supervisión Operativa, distribuyendo en forma general toda la información generada las 24 horas del día los 365 días del año, teniendo un control total de lo que sucede en el área operativa.
- *Supervisor.* Es la persona encargada de la coordinación, supervisión, control del equipo y del material humano, llámese Operadores, Reguladores o jefes de Terminal, con la intención de lograr la máxima eficiencia y brindar así, un servicio de calidad a nuestros usuarios.

El Centro de Comunicaciones (CC), al cual se hace referencia dentro de las actividades de operación, y que hace que éstas se lleven a cabo de una manera segura y eficiente, se ubica en Av. Eje Central Lázaro Cárdenas #106, Col. Letrán Valle, Alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México.

Tomado en consideración la configuración dispuesta para cada una de las estaciones del proyecto se identifica dos modelos operativos para la circulación de las unidades de Trolebús:

- La circulación en sentido americano es por la derecha, siendo la circulación normal en México. Se conduce con el volante a la izquierda, las unidades de trolebús circulan por el carril **derecho** y los adelantamientos se realizan por la izquierda, para este tipo de circulación las estaciones son dispuestas de forma lateral al arrollo de la pista de rodamiento.

- En la circulación en sentido inglés las unidades de trolebús circulan por el carril **izquierdo** y los adelantamientos se realizan por la derecha, para este tipo de circulación la estación se dispone al centro del carril, compartiendo el mismo anden. Con esta disposición de circulación se deber de considerar los medios físicos que permitan a las unidades de trolebús cambiar el sentido de la circulación durante el trayecto, sin interrumpir la conexión con la Línea Aérea de Contacto.

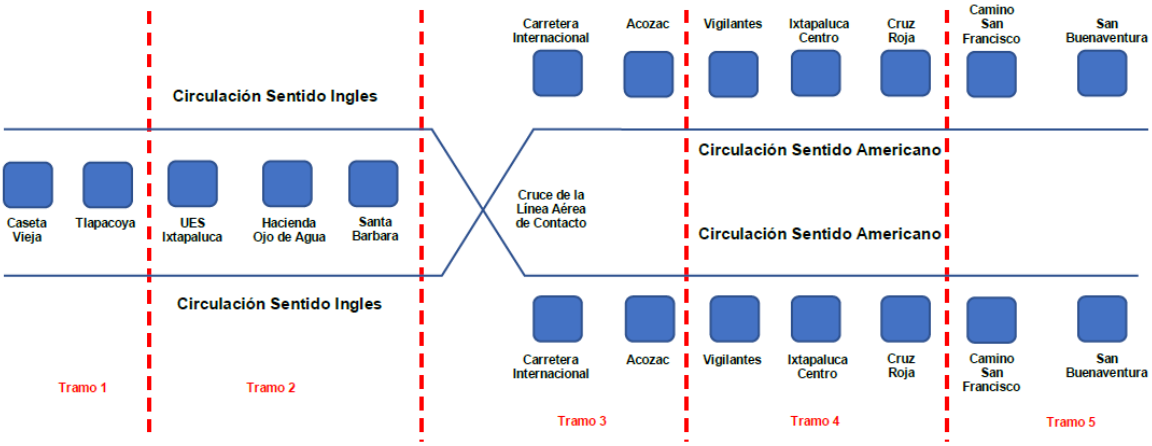


Figura 52. Cambio de sentido y cruce de Línea Aérea de Contacto

La operación de las instalaciones incluye los servicios que brindan cada uno de los componentes (excepto el traslado de pasajeros, lo cual realizan los vehículos).

Por otro lado, las actividades de mantenimiento, que forman parte de la etapa de operación de las instalaciones, tienen como objetivo alcanzar y rebasar la vida útil del trolebús además de siempre garantizar las prestaciones y disminuir los riesgos en la operación, es necesario que los trolebuses se sometan constantemente a trabajos de inspección y reparación.

Se tienen tres tipos de mantenimiento:

- *Mantenimiento diario tipo "A"*. Se realiza diariamente (inspección básica nocturna), antes de salir la unidad a servicio, consiste en la revisión funcional de elementos básicos de la unidad en cuanto a su estado y comportamiento en condiciones normales de operación, esta debe garantizar la operación correcta del trolebús y por lo tanto su puesta en servicio por el área de operación.
  Para lo anterior se prevé inspeccionar algunos componentes de los sistemas que conforman la unidad y que se listan a continuación:

Tabla 23. Mantenimiento tipo "A" a los sistemas de las unidades de trolebús.

Sistema	Componentes
Sistema de baja tensión	• Batería. • Luces exteriores. • Luces interiores. • Claxon.
Sistema de alta tensión y captación de energía	• Cabeza colectora • Carbones. • Porta carbones. • Cuerda para poste colector. • Cable de arranque (antes Alimentador).
Sistema mecánico	• Funcionamiento de sistema de frenos. • Llantas (condición y presión). • Purgador automático de recipientes de aire • Funcionamiento de pedales. • Funcionamiento de limpiadores. • Funcionamiento de puertas
Sistema de Carrocería	• Puertas, funcionamiento mecánico. • Espejos exteriores e interiores.

- *Mantenimiento preventivo tipo "B"*. Su ejecución fluctúa entre 30 y 45 días, o cada 5,000 kilómetros. Consiste en una revisión periódica y detallada del trolebús, en la cual se procede a desarrollar las actividades de ajuste, lubricación y verificaciones necesarias para identificar aquellos componentes que han

concluido su vida útil y deben ser reemplazados, lo cual garantizará un buen funcionamiento de la unidad.

Los trabajos que se realizan se dividen en cinco sistemas para el control y desarrollo de las actividades:

Tabla 24. Mantenimiento tipo "B" a los sistemas de las unidades de trolebús.

Sistema	Componentes
Sistema mecánico	• Dirección. • Sistema de frenos. • Suspensión. • Eje trasero y delantero. • Diferencial. • Ruedas. • Flecha cardan. • Masas. • Limpieza, lubricación y torque a tuercas. • Discos Caliper y pastas blandas.
Sistema neumático	• Válvulas. • Cámaras de suspensión. • Compresora. • Cilindros de puertas. • Mangueras y tuberías. • Reactores de limpiador. • Depósitos de aire. • Electroválvulas.

Sistema	Componentes
Sistema eléctrico de baja tensión	• Batería de 24-27v. • Tablero de control. • Luces exteriores. • Luces interiores. • Cámaras de seguridad. • Claxon eléctrico.
Sistema eléctrico de alta tensión	• Motor de dirección • Motor de tracción. • Motor auxiliar de compresora. • BMS (Gestor de baterías) • Resistencias principales y auxiliares. • Convertidor electrónico estático. • Reactor
Sistema de carrocería	• Pintura y laminación en general. • Para choques. • Espejos interiores y exteriores. • Asientos y pasamanos y rampa. • Ventanillas, parabrisas y parabrisas trasero. • Piso en general

- Mantenimiento tipo “C”. Consiste en una revisión específica del sistema que presente el mayor número de fallas de acuerdo con los registros estadísticos de falla en la red del servicio; en esta revisión se procede a desarrollar las actividades de ajuste, lubricación y verificaciones necesarias para identificar

aquellos componentes que han concluido su vida útil y deben ser reemplazados, lo cual garantizará un buen funcionamiento de la unidad. Los trabajos por realizar se dividen en tres sistemas para el control y desarrollo de las actividades:

- Sistema de frenos (mecánico).
- Sistema de Eléctrico de baja tensión.
- Sistema Eléctrico de tracción frenado (de alta tensión).
- Sistema Neumático

Este tipo de mantenimiento, por su naturaleza, no se puede programar por lo que solo se realiza a las unidades que presenten mayor incidencia de falla.
La aceptación de la unidad, una vez inspeccionada, debe estar documentada y aprobada por el área de Operación. El criterio de aceptación apropiado será el desempeño, así como de estándares visuales.

1.9 Tipo de obra o actividad.

El tipo de obra corresponde con la establecida en el inciso “B” del artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental:

> “*5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*
>
> > *B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:*
> >
> > *Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales…*”
> >
> > *“K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:*
> >
> > *I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;…”*

La vinculación detallada se hace en el capítulo 2 de este documento.

1.10 Costos del proyecto.

Se tiene una inversión programada de $2,050,000,000.00 (pesos mexicanos), incluyendo las etapas de diseño, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

El costo de la aplicación de las medidas de control de impactos ambientales se estima en $83,288,628.00 (pesos mexicanos), considerando las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

El costo total, considerando la inversión más la aplicación de las medidas de control de los impactos ambientales, se estima en $2,133,288,628.00 (pesos mexicanos).

1.11 Duración estimada del proyecto.

A continuación, se muestra el programa de actividades para las etapas de preparación del sitio y construcción. Dicho programa se encuentra en la subcarpeta “Programa de actividades” de la carpeta “Anexos Capítulo 1”.

Se estima que la etapa de preparación del sitio y construcción tendrá una duración aproximada de 13 meses. Por su parte, la etapa de operación del proyecto se proyecta a 50 años, considerando criterios de diseño, seguridad y calidad establecidos en el proyecto ejecutivo.

Es importante precisar que todas las actividades del proyecto, se llevarán a cabo siguiendo los lineamientos del Plan de Aseguramiento de Calidad, el cual se encuentra en la subcarpeta y carpeta referidas en el párrafo anterior.

No se tiene contemplada la etapa de abandono del proyecto. Se pretende, mediante los mantenimientos preventivos tipo “A” y “B” mencionados en el apartado anterior, se aumente la vida útil del proyecto.

Tabla 25. Programa de actividades.

ACTIVIDAD		TIEMPO (MESES)												
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Obra Inducida														
Corte con sierra en pavimento y/o asfalto														
Demolición de pavimento y concreto														
Trazo y nivelación														
Despalme														
Tala, poda y retiro de árboles														
Excavación														
Desmonte														
Carga y acarreo de material														
Carril confinado	Mejoramiento del terreno (subrasante, sub base y base)													
	Construcción de base hidráulica													
	Colocación de juntas de dilatación													
	Colocación de concreto Mr-45													
	Colocación de delimitadores													
	Colocación de señalamiento													
	Colocación de ductería para instalaciones													
Viaducto Elevado	Cimentación profunda													
	Cimentación superficial													
	Cimbra en superestructura													
	Colocación de columnas													
	Colocación de cabezales													
	Colocación de trabes													
	Colocación de losa de compresión													
	Colocación de ductería para instalaciones													
	Colocación de acero estructural													
	Colocación de concreto													
	Colocación de señalamiento vial													
Estaciones	Colocación de concreto													
	Colocación de cimbra													
	Colocación de concreto hidráulico													
	Colocación de juntas de dilatación													
	Colocación de rellenos para desplante de cimentación superficial													
	Aplicación de sistema impermeable													
	Habilitado de acero de refuerzo													
	Colocación de piso de mármol													
	Fabricación de estructura metálica													
	Montaje de estructura metálica													
	Montaje de techumbres													
	Montaje de fachadas													
	Colocación de ductería para instalaciones													
	Colocación de señalamiento horizontal													
	Rehabilitación de pavimento													
	Colocación de delimitadores													
	Colocación de señalamiento vertical													
	Colocación de bancos, topes y pantalla													
Paradero Zona San Buenaventura	Colocación de parapeto y guarnición													
	Montaje de postes, catenaria y accesorios													
	Colocación de muro de acceso													
	Colocación de señalamiento vial													
Paradero y Cetram	Mejoramiento de terreno													
	Construcción de bahías													
	Colocación de señalamiento horizontal													
	Colocación de concreto													
	Construcción de juntas de dilatación													
	Colocación de señalamiento vertical													
	Demolición de elementos de concreto													
	Colocación de losa de cimentación													
	Colocación de acero en trabes, cabezales, columnas y ménsulas													
	Colocación de losa de compresión de concreto													
	Colocación de parapeto metálico													
Obra Electromecánica	Cimentación de postes													
	Montaje de postes, catenaria y accesorios													
	Montaje de subestaciones de rectificación													
	Colocación de señalamiento													
Adecuación de gasas en la estación Constitución de 1917														

1.12 Tabla resumen de características del proyecto.

En la siguiente tabla se muestran las principales características del proyecto en materia ambiental

Tabla 26. Tabla resumen de características del proyecto.

Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
Consumo de energía eléctrica	Plantas de energía a cargo del contratista	Estaciones: 35 kW, teniendo un factor de demanda unitario, es decir, la carga demandada es igual a la carga instalada, por lo cual se especifica un transformador de 45 kVA Línea Aérea de contacto: Corriente continua en baja tensión de 600 Vcc, para energizar las secciones de la catenaria.
Consumo de agua	35,000 m3	486,362.50 m3
Emisión de gases de efecto invernadero	• 60 mg/km NOx • 10 mg/km SOx	• 60 mg/km NOx • 10 mg/km SOx • 0.25 kg/km CO2 • 5 mg/km PST

Concepto		Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
		• 0.25 kg/km CO2 • 5 mg/km PST	
Aprovechamiento de otros recursos naturales		No aplica	No aplica
Generación de residuos	Peligrosos	735 kg	30,000 kg
	Manejo especial	73,500 m3	30,000 m3
	Sólidos urbanos	95,040 kg (594 m3)	7,665,000 kg (47,906.25 m3)
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS84		Retiro a través de proveedores autorizados	Conexión a la red de drenaje y alcantarillado municipal

A continuación, se describen las características del proyecto mencionadas en la tabla anterior, así como otras relacionadas con requerimientos del proyecto.

1.12.1 Utilización de explosivos

El proyecto no contempla el uso de explosivos en ninguna de sus etapas (preparación del sitio, construcción y operación).

Lo anterior se sustenta en que:

- Las actividades previstas corresponden a obras civiles convencionales en zona urbana, tales como excavaciones superficiales, conformación de terracerías y construcción de infraestructura vial.
- Las condiciones del sitio (zona urbana consolidada y derechos de vía existentes) no requieren técnicas de fragmentación mediante explosivos, ya que los materiales a excavar pueden ser removidos mediante maquinaria convencional.

- El uso de explosivos en este tipo de entorno no es técnica ni normativamente viable, debido a los riesgos asociados a vibraciones, proyección de materiales y afectaciones a infraestructura existente, población cercana y servicios urbanos.

En este sentido:

- No se generarán impactos por vibraciones, onda expansiva o ruido asociados al uso de explosivos.
- No se requiere la gestión de permisos, almacenamiento, transporte ni manejo de materiales explosivos.

1.12.2 Incidencia en cuerpos de agua.

De manera general, en el área del proyecto se identifican dos canales artificiales uno de mixto ya que combina aguas pluviales y residuales, otro es para uso agrícola. Ambos mantienen un flujo de agua constante, a continuación, se aborda de manera más particular.

El área del proyecto incide sobre el canal de La Compañía, del kilometraje 0+800 al 0+860, el cual se encuentra entubado en el cruce con la autopista y corresponde a un canal de aguas mixtas. La obra que se pretende construir en esa superficie de incidencia corresponde al carril confinado, que en esa sección se ubica sobre la autopista México-Puebla. La superficie de incidencia es de 190.419 m^2.

Tabla 27. Coordenadas del polígono de incidencia del carril confinado sobre el Canal de La Compañía.

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
1	508,971.761	2,132,998.239
2	508,959.061	2,133,003.223
3	508,963.362	2,133,003.570
4	508,990.803	2,133,005.787
5	509,003.432	2,133,000.675
6	508,991.871	2,132,999.867
7	508,971.761	2,132,998.239



Figura 53. Superficie de incidencia del carril confinado sobre el Canal de La Compañía.

Asimismo, el carril confinado incide sobre un canal agrícola, a la altura del kilómetro 7+620 km del carril, en el lado este del cruce de la Av. Cuauhtémoc con la Carretera a San Francisco Acuautla, es al que se hace referencia en el apartado 1.6.1 (Carril confinado). La superficie de incidencia del carril norte es de 42.819 m^2.

Tabla 28. Coordenadas del polígono de incidencia del carril confinado (Norte) sobre el canal agrícola.

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
0	513,560.093	2,135,843.096
1	513,559.509	2,135,846.352
2	513,572.278	2,135,848.512
3	513,572.859	2,135,845.220
4	513,570.256	2,135,844.823
5	513,567.027	2,135,844.274
6	513,560.093	2,135,843.096

Mientras que, la superficie de incidencia del carril sur es de 42.706 m^2. En total, el área de incidencia del carril sobre el canal agrícola es de 85.525 m^2.

Tabla 29. Coordenadas del polígono de incidencia del carril confinado (Sur) sobre el canal agrícola.

Vértice	Coordenadas UTM 14N	
	X	Y
0	513,560.320	2,135,842.127
1	513,570.418	2,135,843.841
2	513,573.048	2,135,844.254
3	513,573.647	2,135,841.034
4	513,560.939	2,135,838.864
5	513,560.320	2,135,842.127

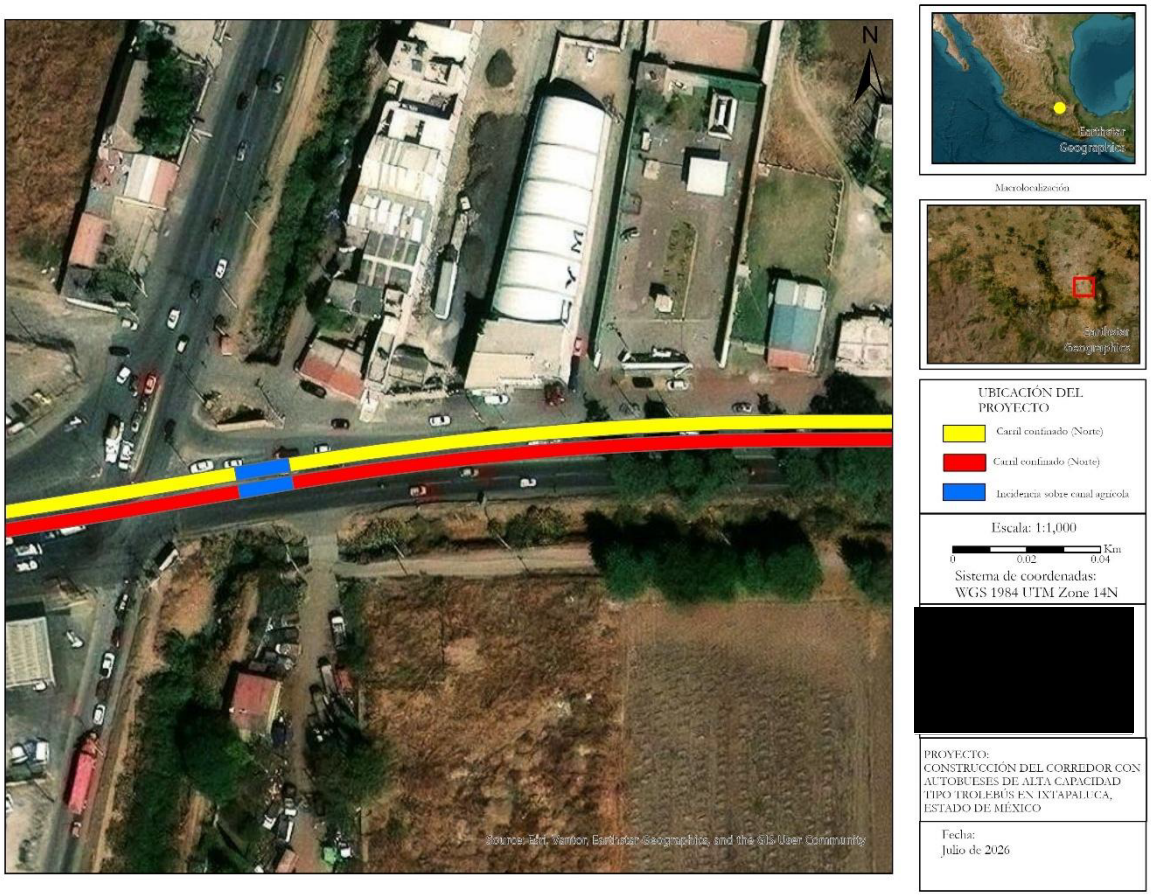


Figura 54. Superficie de incidencia del carril confinado sobre el canal agrícola

Sin embargo, al igual que con el Canal de La Compañía, el carril confinado se ubica sobre una carretera ya construida, por lo que no representa ningún impacto sobre el canal agrícola.

Se resalta que, en ambos casos, el impacto sobre los canales se originó durante la construcción de las carreteras. Por ende, no se prevé ningún impacto adicional derivado del proyecto Trolebús Ixtapaluca.

1.12.3 Personal durante las obras

Se estima que se requerirán 600 personas para las obras.

1.12.4 Requerimientos para las obras

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se requerirán 35,000 m3 de agua, la cual será abastecida a través de fuentes autorizadas, como es el caso de las pipas.

El equipo que realizará las actividades de preparación del sitio y construcción utilizará sus plantas de energía, la cual se requiere para el funcionamiento de la maquinaria. Durante la operación de las estaciones del trolebús de Ixtapaluca, se tiene aproximadamente una carga de 35 kW, teniendo un factor de demanda unitario, es decir, la carga demandada es igual a la carga instalada, por lo cual se especifica un transformador de 45 kVA, el cual tendrá un coeficiente de utilización de aproximadamente el 88%. Para el sistema de tracción de la LAC se requiere una red de subestaciones de rectificación (SER) distribuidas estratégicamente a lo largo del corredor. Estas instalaciones transforman la corriente alterna de 23,000 Vca de la red de distribución de la Comisión Federal de Electricidad, en corriente continua en baja tensión de 600 Vcc, para energizar las secciones de la catenaria.

El material para las obras, tales como arena, grava, tepetate, piedra y tierra, se obtendrá a partir de bancos de material existentes y que cuenten con la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.

Asimismo, se utilizarán durante las obras los siguientes materiales:

- Concreto hidráulico F’C=350 kg/cm3
- Acero de refuerzo F’Y=4,200 kg/cm3
- Acero para estructuras metálicas (ASTM A 572)
- Herrería (acero inoxidable)
- Cableado para instalaciones eléctricas
- Ductería para las instalaciones (PVC, tubo Conduit galvanizado, polietileno)
- Elementos de soportería para las instalaciones
- Postes metálicos (para luminarias)
- Luminarias a base de LEDs
- Artefactos lumínicos solares

Se utilizarán los siguientes vehículos y maquinaria:

- Grúas draga
- Excavadoras
- Retrocargador
- Perforadora HID
- Motoconformadora
- Compactador
- Vibrohincador
- Pavimentadora
- Barredora autopropulsada
- Fresador asfáltico
- Plantas de luz
- Compresores portátiles
- Texturizadora
- Puente de trabajo
- Tractor sobre orugas
- Grúa hidráulica
- Rodillo compactador
- Martillo rompedor para retroexcavadora
- Rompedora de pavimento
- Regla vibratoria
- Allanadora eléctrica
- Equipo electrógeno
- Plataforma aérea
- Dobladoras de varilla
- Cortadoras de varilla
- Soldadoras
- Bomba de lodos
- Bomba centrífuga
- Automóviles utilitarios
- Plataformas
- Pipas de agua
- Pipa para combustible
- Vagonetas para pasaje
- Camionetas pick up
- Camionetas para estacas
- Dolly dirigible
- Tractocamiones
- Equipo de lubricación
- Vibrador de gasolina
- Cortadora de piso
- Termofusionadora

1.12.5 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Los residuos peligrosos se generarán durante el mantenimiento de los vehículos, dicho mantenimiento se realizará en las instalaciones de la Terminal de San Buenaventura. Los residuos generados consisten en estopa, aceite y baterías industriales. Para su disposición se contratará a una empresa autorizada por las autoridades federales competentes para que realice el traslado y recolección.

Los residuos sólidos urbanos (RSU), tales como plásticos de empaques, basura y restos de alimentos, serán almacenados en depósitos específicos y con tapa para evitar la generación de malos olores y la presencia de fauna nociva (ejem. roedores), para su recolección y traslado a un relleno sanitario se contratará a una empresa autorizada por las autoridades municipales competentes.

Los residuos de manejo especial, tales como el cascajo y demás residuos de la construcción, se dispondrán temporalmente en un sitio desprovisto de vegetación y se cubrirán con lonas para evitar la dispersión de polvos, hasta su recolección por un proveedor autorizado por las autoridades estatales. Se estima generar durante la construcción 70,000 m3 como residuos de la construcción y 3,500 m3 de lodo bentónico durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

En cuanto a residuos sanitarios (aguas sanitarias), que se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se considera que serán mínimas y se tiene contemplado su manejo a través de una compañía especializada en el ramo, la cual se encarga de la limpieza de las letrinas móviles (1 por cada 25 trabajadores), siendo la empresa constructora la responsable del manejo de las mismas. En lo referente a la etapa de operación, el promovente realizará la conexión al sistema de drenaje municipal para el desalojo de las aguas residuales generadas en los sanitarios, y cubrirá las cuotas correspondientes.

Para la etapa de operación, se colocarán contenedores para los residuos sólidos urbanos, separados en orgánicos e inorgánicos. Se estima generar unos 240 kg de residuos sólidos urbanos por día entre todas las estaciones, lo que podría significar generar 4,380,000 kg durante toda la etapa de operación.

Los residuos de manejo especial que se pueden generar durante la etapa de operación consisten en (herrería, residuos de demolición, cableado, etc.) derivado del mantenimiento o sustitución de infraestructura. Los contratistas encargados de realizar las actividades de mantenimiento serán responsables del manejo de los residuos que generen.

El manejo de los residuos se llevará a cabo siguiendo los lineamientos del Plan de Aseguramiento de la Calidad, adjuntado en la subcarpeta “Procedimientos” de la carpeta “Anexos Capítulo 1”.

1.12.6 Generación de emisiones a la atmósfera

Las emisiones de gases por los motores de combustión interna y equipos utilizados se mantendrán en el nivel mínimo a través de un programa adecuado de mantenimiento preventivo a los equipos en operación.

Se prevé la emisión de partículas sólidas resultantes de las actividades de preparación del sitio y construcción del trolebús, las cuales son generadas durante las maniobras de la maquinaria. Dichas emisiones se controlarán mediante riego periódico

El origen principal de las emisiones a la atmósfera es la operación de los vehículos utilizados para las actividades de preparación del sitio y construcción. En la siguiente tabla se muestran las cantidades aproximadas por km recorrido. Dichas emisiones se controlarán mediante un programa de mantenimiento de vehículos y de maquinaria.

Tabla 30. Emisiones a la atmósfera derivados de la operación de los vehículos automotores utilizados para el desarrollo de las actividades del proyecto.

Tipo de emisión	Cantidad estimada	Probable daño al ambiente
NOx	60 mg/km	Lluvia ácida, formación de smog fotoquímico.
SOx	10 mg/km	Lluvia ácida
CO2	0.25 kg/km	aumento de la temperatura global al intensificar el efecto invernadero
PST	5 mg/km	Se depositan sobre la vegetación y el suelo, modificando la composición de nutrientes

Tipo de emisión	Cantidad estimada	Probable daño al ambiente
PM10	72.5 mg/km	Reduce la visibilidad, altera el balance radiactivo y acelera el cambio climático

Dichas emisiones se controlarán mediante un programa de mantenimiento de vehículos y de maquinaria.

1.12.7 Estimación de emisiones de carbono

Se realizó una estimación de las emisiones de carbono. El análisis técnico para su estimación por unidad de pasajero transportado valida categóricamente la necesidad de consolidar el Servicio de Transportes Eléctricos como el eje prioritario de la política pública de movilidad urbana sustentable. Al tomar como base de optimización ambiental este vector de tracción eléctrica, cuyo indicador se sitúa en un umbral de 0.4322 kg COe/pasajero, se desarrolló un enfoque metodológico alineado con las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Para asegurar la validez legal e institucional del modelo, los factores de emisión por defecto para la combustión móvil de gasolina 2.31 kg CO2/ud y diésel 2.68 kg CO2/ud se clasificaron a partir de las tablas de referencia del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) y del Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SICC) de la SEMARNAT. En el caso del Trolebús, al operar como un sistema de tracción con cero emisiones directas, su factor de emisión base de 0.494 kg CO2/kWh se obtuvo de los indicadores oficiales del Mercado Eléctrico Mayorista emitidos por la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

El procesamiento de los datos se estructuró mediante un algoritmo de fórmulas consecutivas que justifican analíticamente el comportamiento y la evolución de los contaminantes de cada casilla. En primera instancia, las emisiones directas parciales por vector de gas Kg CO2, Kg CH4, Kg N2O se calcularon multiplicando la cantidad de combustible o energía consumida por su respectivo factor de emisión por defecto. Algebraicamente, este primer paso operativo se define de la siguiente manera:

$$Kg\ E_{gas} = FCxFE_{gas}$$

Posteriormente, estas magnitudes brutas se consolidaron en emisiones totales equivalentes Kg CO2e aplicando los Potenciales de Calentamiento Global (GWP-100) del Sexto Informe de Evaluación del IPCC (AR6), ponderando el Metano CH4 con un valor de 27.2 y el Óxido Nitroso N2O con 273.0. Es fundamental precisar que la variable de distancia 10.1 km incorporada en el modelo no afecta de manera aislada el volumen bruto de las emisiones calculadas, funcionando estrictamente como una referencia analítica y de contextualización geográfica que se deriva de la longitud total del recorrido de la ruta del Trolebús Ixtapaluca. La integración de los distintos forzamientos para obtener la estimación de las emisiones de carbono total se expresa formalmente mediante la siguiente relación:

$$Kg\ CO2e = kg\ CO2 + (Kg\ CH4\ X\ GWP\text{ch4}) + (\text{kg N2O X GWPn20}$$

La derivación del indicador crítico de emisiones de carbono por unidad de pasajero responde a la operación analítica programada en el modelo mediante la formulación =Q12/G12*H12, la cual vincula las emisiones totales resultantes en función de la ocupación y la longitud del tramo de estudio. Desde una perspectiva de ingeniería de transporte, esta operación divide el volumen neto de emisiones equivalentes entre la densidad de ocupación de pasajeros, multiplicando posteriormente el resultado por la distancia de referencia de 10.1 km para proyectar el impacto unitario ponderado bajo el concepto de pasajero-kilómetro (pkm). Esta ecuación matemática es la que permite evaluar el rendimiento real de la infraestructura en función de su aprovechamiento espacial y energético, evitando sesgos por volumen absoluto y visibilizando el beneficio real de los sistemas masivos mediante la siguiente formulación estructural:

$$I_P = \frac{Q_{12}}{G_{112}} \times H_{12}$$

El recuadro complementario ubicado en la sección inferior del modelo analítico consolida la proyección del impacto de las emisiones de carbono absoluta bajo el escenario de diseño del corredor. Los valores contenidos en dicho apartado donde el Trolebús registra una carga total de 6.08 kg CO2e, el vehículo particular alcanza 117.25 kg CO2e y la unidad tipo Van fija su impacto en 16.02 kg CO2e. Se derivan matemáticamente de multiplicar la emisión de carbono individual por pasajero de cada medio de transporte por el factor nominal de 142 usuarios, correspondiente a la capacidad total de diseño que cargará el Trolebús.

Tipo de Tren	Tipo de Combustible	Cantidad comb. (ud)	Pasajeros	Distancia	Factor emisión Por defecto *(1)*			Emisiones parciales			Emisiones GWP		Emisiones	Emisiones por pasajero
					kg CO_2/ud	kg CH_4/ud	kg N_2O/ud	kg CO_2	kg CH_4	kg N_2O	CH_4 CO_2e (kg)	N_2O CO_2e (kg)		
Trolebús	Electricidad	12.3	142.0	10.1	0.494	0	0	6.08	0	0	0	0	6.08	0.04
Vehículo particular	Gasolina	0.5	1.5	10.1	2.31	0.000008	0.000006	1.23	0.0000004256	0.0000003192	0.00011916	0.00084588	1.24	0.83
Transporte público tipo Van	Diesel	0.7	17.0	10.1	2.68	0.0000011	0.0000008	1.9	0.0000007799	0.0000005672	0.00021837	0.00150308	1.92	0.11
								Emisiones por el trolebús						6.08

Emisiones por vehículo particular	11 7.25
Emisiones por transporte público tipo Van	16.02

A partir del algoritmo validado, el análisis de los valores resultantes sitúa al Trolebús como la línea base de alta eficiencia del corredor. Al evaluar su operación con un consumo eléctrico de 12.30 ud, un aforo de 142.00 pasajeros y la distancia de referencia de 10.10 km, el sistema genera una emisión bruta de 6.0762 kg CO2. Debido a la naturaleza intrínseca de los motores eléctricos en su fase de rodamiento, las emisiones directas de metano y óxido nitroso se fijan en 0.00 kg, consolidando un inventario total de 6.0762 kg CO2e. Al aplicar el modelo de reparto ponderado por la longitud de la ruta de Ixtapaluca, se obtiene un indicador de las emisiones de carbono por unidad de pasajero mínimo equivalente a 0.4322 kg CO2e pasajero.

En contraparte, el escenario basado en el transporte individual introduce una severa distorsión ecológica en el corredor. El análisis del vehículo particular (Versa), modelado con un consumo de 0.532 ud de gasolina y un factor de ocupación promedio de apenas 1.50 pasajeros sobre la misma distancia de 10.10\ km, arroja una emisión directa de 1.22892 kg CO2, acompañada de trazas de combustión interna equivalentes a 0.00004 kg CH4 y 0.00003 kg N2O. Multiplicando estos remanentes por sus respectivos potenciales de calentamiento del IPCC, el metano aporta 0.00119 kg CO2e y el óxido nitroso añade 0.00846 kg CO2e, acumulando un total neto de 1.2386 kg CO2e.

La penalización por subocupación se evidencia al procesar el indicador final, el cual se dispara exponencialmente hasta alcanzar los 8.3397 kg CO2e /pasajero. Por su parte, las unidades de transporte público colectivo tipo Van (Combi) reflejan un comportamiento intermedio debido a la optimización de su espacio. Registrando un consumo de 0.709 ud de diésel para un aforo de 17.00 pasajeros en el mismo trayecto de 10.10 km, la combustión pesada genera de forma directa 1.90012 kg CO2, sumado a 0.00008 kg CH4 y 0.00006 kg N2O. El impacto indexado por GWP se desglosa en 0.00218 kg CO2e para el metano y 0.01503 kg CO2e para el óxido nitroso, consolidando un inventario total por corrida de 1.9173 kg CO2e.

Gracias a la amortización masiva de la carga contaminante entre el número de usuarios, el indicador sectorial logra contraerse sustancialmente, fijándose en un valor de 1.1390 kg CO2e / pasajero. El indicador del sector eléctrico 0.4322 kg CO2e, se demuestra que sostener el esquema actual basado en el automóvil particular resulta ambientalmente inviable al indicar un impacto atmosférico 19.29 veces mayor por usuario. Asimismo, aun cuando las unidades tipo Van optimizan el uso de la infraestructura frente al coche, continúan representando un pasivo contaminante 2.63 veces superior a la tecnología de tracción eléctrica.

Esta relación de decremento neta comprueba que el traspaso modal de un usuario particular hacia el Trolebús representa una reducción inmediata del 94.8% de sus emisiones de carbono, mientras que la sustitución de una combi convencional optimiza el perfil de emisiones del corredor en un 62.0%, ratificando la rentabilidad ecológica de la electromovilidad.

En conclusión, la defensa institucional y el financiamiento preferencial de corredores cero emisiones basadas en Trolebuses no solo constituyen un imperativo técnico bajo los criterios del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC AR6), sino una postura estratégica. Mientras que los vehículos de combustión interna saturan la infraestructura y vulneran los techos regulatorios de las normatividades NOM-042-SEMARNAT y NOM-044-SEMARNAT, la expansión de las líneas del Servicio de Transportes Eléctricos capitaliza la transición energética de la red eléctrica nacional y suprime por completo la contaminación macrocelular en los centros urbanos. Apostar firmemente por la consolidación de este sistema garantiza la ruta más costo-efectiva para el cumplimiento de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) derivadas del Acuerdo de París, posicionando a la entidad a la vanguardia de la gobernanza ambiental del sector transporte.

1.13 Estudios de campo y gabinete

Para el desarrollo del proyecto, el promovente llevará a cabo los siguientes estudios:

- Estudio de topografía. Comprenden levantamientos topográficos por cualquier medio, mediciones, poligonales, curvas de nivel, de todo el Proyecto Integral de Trolebús, con cobertura de calidad, precisión y cantidad suficiente de información para elaborar los anteproyectos, proyectos, construir las obras, instalaciones y otros complementos. así como llevar y garantizar el control topográfico de las mismas.

El estudio de altimetría debe referirse a un banco de nivel profundo que llegue hasta las capas duras y firmes.

Asimismo, se incluye la elaboración de planos para afectaciones, estudios necesarios para vigilancia y control de edificaciones.

Lo correspondiente al estudio de altimetría debe referirse a un banco de nivel profundo que llegue hasta las capas duras y firmes.

- Estudios geotécnicos. Estudios de Mecánica de Suelos que servirán de apoyo para el desarrollo del proyecto de cimentación de estructuras o de las estructuras mismas y los procedimientos constructivos en caso de obras subterráneas. El programa de Estudios Geotécnicos se establecer de acuerdo al conocimiento que actualmente se tiene de los suelos del Valle de México, estableciendo una distribución y profundidad de sondeos suficiente para poder desarrollar el Proyecto Integral. El Programa de Estudios Geotécnicos se deberá presentar Supervisión Externa para su revisión.

- Estudios hidrológicos. Se incluye un estudio de inundabilidad, para desarrollar una caracterización preliminar de las condiciones hidrológicas del corredor, mediante el análisis de las condiciones físicas, topográficas y de drenaje superficial existentes en la zona de estudio. Asimismo, se incluye un análisis de la precipitación para determinar las curvas IDT (Intensidad, Duración y Periodo de Retorno), para su empleo en los modelos de inundabilidad y en el diseño particular de las obras de drenaje.

- Estudios de Movilidad / Estudios de ingeniería de tránsito. Comprenden aforos vehiculares, peatonales y ciclistas, su análisis, interpretación, cálculos y proyecciones y todo lo necesario para definir el diseño y ubicación de cada una de las estaciones, las adecuaciones viales y la semaforización de las intersecciones necesarias para la operación del proyecto.

- Análisis de la Zona de Estudio. Antes de realizar los trabajos de campo es necesario hacer un reconocimiento en el que se observe el área de la zona de estudio y todos los actores que influyen directamente en él cómo la movilidad de vehículos, peatones, bicicletas, y transporte público, asimismo es necesario observar el comportamiento aproximado de frecuencias de salida y llegada de vehículos, tiempos de recorrido, condiciones y capacidad de los vehículos, horarios de funcionamiento y condición de las vías. Por lo anterior es necesario realizar lo siguiente:

- Reconocimiento de la zona.
- Vías principales en la zona de estudio
- Vías secundarias de alto impacto a la red primaria
- Cruces conflictivos
- Movilidad no motorizada en el polígono de estudio
- Número de estacionamientos traducidos a vehículos en vía

- Aforos vehiculares. Realizar aforos vehiculares en las vialidades y cruceros más importantes de la zona de estudio, tomando como principio que los datos resultantes de dichos aforos se utilizarán principalmente para el diseño y calibración de los modelos de simulación. Es necesario que se indique de manera gráfica en un mapa de la zona de estudio, la ubicación de los puntos de las estaciones maestras y de aforo, los resultados de los aforos vehiculares incluirán lo siguiente:
    - Plano guía de los sitios de aforos.
    - Estación maestra: Tabla con el conteo de toda la estación y una tabla resumiendo todos los sitios, acompañado por una gráfica que muestre las variaciones horarias.
    - Aforo direccional: Tabla con el conteo del aforo direccional.
    - Aforos de flujo: Tabla de cada movimiento de flujo.
    - Plano de balanceo: Uno para el período de máxima demanda matutino y otro para el vespertino.

- Aforos ciclistas. Realizar conteos ciclistas en las vías más representativas dentro de la zona de afectación. El periodo de levantamiento de datos será de 8 horas, mínimo dos días (entre semana y otro en fin de semana), registrando las siguientes características:
    - Tipo de vialidad y si existe infraestructura ciclista
    - Sentido de circulación.

- Tipo de vehículo (bici propia, Eco-bici, bici compartida, bici eléctrica, monopatín, bici taxi, triciclo o cualquier otro vehículo no motorizado).
- Uso de casco.
- Tipo de carga transportada.

Realizar un levantamiento de la infraestructura existente para el uso de la bicicleta, con la finalidad de evaluar sus características físicas y las condiciones actuales de la oferta, deberá incluir vuelos de dron, obteniendo material videográfico y fotográfico, el cual deberá ser compartido en archivo original.

Toda la información espacial generada deberá representarse cartográficamente, así como compartirse en archivos digitales desarrollados en algún Sistema de Información Geográfica (SIG) como QGIS u otros softwares compatibles y en formato GeoPackage, KMZ, KML o Shapefile.

- Estudio de demoras, tránsitos y colas. Realizar recorridos (entre semana y fin de semana) a través de la red vial de la zona de influencia del proyecto y marcando las principales demoras, colas o puntos conflictivos que se vayan presentando.

- Inventario de semáforos. Realizar el levantamiento y/o inventario de los semáforos que se encuentren instalados en la red vial de la zona de estudio el cual debe quedar registrado en planillas alfanuméricas (fases y planos) señalando la siguiente información. Acotando que este inventario es necesario dentro de la ingeniería de tránsito. a). Tiempos de desfase o sincronización de la red semafórica b). Ciclos y fases semafóricos en período matutino y vespertino, cuando se realicen los aforos de flujo y el direccional.

- Aforos peatonales. Realizar aforos peatones en los puentes peatonales, accesos y cruces de la zona de estudio, tomando como principio que los datos resultantes de dichos aforos se utilizarán principalmente para el diseño de proyectos estratégicos para beneficio de estos. Es necesario que se indique de manera gráfica en un mapa de la zona de estudio, la ubicación de los puntos de las estaciones de aforo, mismos que serán validados por la Unidad Ejecutora. De igual forma, estos deberán ser proporcionados en archivos digitales desarrollados en algún Sistema de Información Geográfica

(SIG) como QGIS u otros softwares compatibles y en formato GeoPackage, KMZ, KML o Shapefile. Deberá incluir vuelos de dron, obteniendo material videográfico y fotográfico, el cual deberá ser compartido en archivo original. Con dicho estudio se identificarán las principales rutas de desplazamiento a pie, zonas de mayor concentración de peatones y horarios de máxima afluencia. Se analizan factores que influyen en la movilidad peatonal, como el ancho y continuidad de aceras, cruces peatonales, barreras físicas, accesibilidad universal y presencia de espacios de estancia.

- Identificación de bases y sitios de taxis. Localizar, caracterizar y analizar las bases o sitios de taxis existentes dentro del área de estudio, así como evaluar su funcionamiento, demanda, nivel de servicio y relación con la red de transporte urbano y las dinámicas de la ciudad. Deberá incluir vuelos de dron, obteniendo material videográfico y fotográfico, el cual deberá ser compartido en archivo original. Identificación de ubicaciones de bases de taxis formales e informales mediante recorridos sistemáticos. Registro de características físicas: ubicación exacta, dimensiones, tipo de infraestructura (paradas señalizadas, bahías de estacionamiento, etc.). Observación de la operación: horarios de mayor actividad, rotación de unidades y número promedio de taxis presentes.

- Modelo de microsimulación. Se deberá integrar de manera explícita el sistema de Trolebús en el modelo de microsimulación, considerando las proyecciones de demanda, tiempos de recorrido, maniobras de abordaje y descenso, así como las interacciones con otros sistemas de transporte en escenarios de crecimiento a 5 y 10 años. Para la construcción del modelo utilizar la información recabada en campo, incluyendo las condiciones de infraestructura, análisis y resultado de los aforos, desarrollos de alto impacto y todos los que se estimen necesarios, que serán la base para generar el modelo y tener pronósticos certeros. Se llevará a cabo la construcción de un modelo de microsimulación de la red aledaña a la zona de estudio, así como los tramos complementarios que se observen como necesarios para la alimentación del modelo. El modelo tendrá las siguientes consideraciones: Estructurar un modelo computacional por medio del uso de software que cumpla con los requerimientos técnicos para solventar la solución y que permita replicar el comportamiento de la zona de estudio, integrando los aspectos que afectan directa e indirectamente la movilidad. Se desarrollarán dos modelos, uno para día hábil en hora de máxima demanda AM y PM considerando los siguientes escenarios:

- Situación actual considerando las condiciones reales de operación.

- Situación actual con el análisis de crecimiento de tasa de motorización y población, se debe elaborar una proyección simple a 5 y 10 años.

- Elaboración del modelo con proyecto. Realizar un escenario que contemple los datos actuales y la implementación de las propuestas generadas.

- Modelo con proyecto y proyección. Ejecutar un modelo de microsimulación con el crecimiento vehicular pronosticado en 5 y 10 años. El modelo debe ser capaz de representar las condiciones existentes en términos de niveles de servicio, densidad peatonal, demoras y longitud de colas, etc.

- Calibración y validación. El modelo elaborado debe representar con fidelidad las condiciones actuales de la zona de estudio, con la mayor precisión posible. Conclusiones del modelo y de la proyección de continuidad. Presentar el resultado del modelo para las condiciones actuales y de la proyección tendencial, puntualizando de forma sintetizada los temas de mayor relevancia. Este apartado deberá utilizar la redacción adecuada para ser fácilmente comprensible, incluso por personas no expertas en la materia, incluyendo gráficos y figuras.

- Estudio de riesgo. Deberá presentar los estudios de Riesgos asociados al proyecto, que incluya las áreas sociales, los temas económicos, financiero, técnicos, comerciales, técnicos y operativos, de mantenimiento, regulatorios; describiendo el tipo de riesgo, los efectos, las medidas de mitigación, la probabilidad de ocurrencia y el impacto. El estudio de riesgo debe incluir como mínimo la siguiente información:

- Escenario y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto.

- Estudio de Impacto Social. Estudio de Impacto Social del Sistema de Transporte Público de Trolebús, deberá contener:

    - La descripción del proyecto y de su área de influencia.

- Identificación y caracterización de comunidades y pueblos que se ubican en el área de influencia del proyecto.

- La identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto.

- Las medidas de prevención y mitigación, y los planes de gestión social.

- Estudios de instalaciones. Deberá tomar en cuenta las instalaciones existentes, que interfieran, directa o indirectamente la construcción de la línea del Servicio de Transportes Eléctricos Trolebús, por lo que será necesario llevar a cabo la recopilación de datos físicamente y con las empresas propietarias o concesionarias u organismos operadores de las mismas y considerar, de ser necesario, la realización de “calas” previa autorización de estos:

    - Recopilación de información de instalaciones en Dependencias a cargo de las mismas, en empresas propietarias o concesionarias, y en organismos operadores; exploraciones, inspección visual y cualquier otra actividad que conduzca a la integración del inventario de instalaciones municipales o de otro tipo, aéreas y subterráneas que interfieran directa o indirectamente con el Proyecto Integral del Servicio de Transportes Eléctricos Trolebús.

    - Los levantamientos topográficos para ubicar las instalaciones, incluyendo la información, naturaleza, características físicas, uso, capacidad.

    - Integración de planos e informes que finalmente sirvan de apoyo, por una parte, para desarrollar el Proyecto Integral del Servicio de Transportes Eléctricos Trolebús y por otra, para saber cómo proceder con las instalaciones determinadas, cómo protegerlas durante el procedimiento constructivo, en su caso, cómo desviarlas, elaborando los proyectos, procedimientos y lo necesario para implantar la línea del Servicio de Transportes Eléctricos Trolebús, y obtener la autorización del propietario o poseedor de la instalación y coordinarse con el mismo para lo que se determine procedente.

- Estudio en materia de arqueología.

    - Análisis detallado de las leyes correspondientes para determinar qué parte de las mismas aplicará en el desarrollo del Proyecto Integral del Servicio de Transportes Eléctricos Trolebús y darle la atención procedente.

    - Investigación y análisis de la clasificación regional establecida por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura, para determinar la ubicación de las obras de la línea del Servicio de Transportes Eléctricos Trolebús, con respecto a si cruzan o pasan por zonas de interés arqueológico, artístico o histórico y dado el caso, se tomen en cuenta estos aspectos para el desarrollo de las fases del Proyecto Integral.

    - De cumplirse el supuesto señalado en el inciso anterior, se integrarán los planos, recomendaciones y demás información para ser considerada al elaborar los Proyectos Ejecutivos.

    - Así mismo, en caso de ser procedente, se deberá integrar un instructivo para coordinarse con las autoridades competentes, obtener su aprobación en los proyectos y las acciones que deberán realizarse para atender las recomendaciones de dichas autoridades.

- Estudios en materia de impacto urbano. Deberá presentar el Estudio de Impacto Urbano con la memoria descriptiva del proyecto con resumen de áreas, coeficiente de ocupación del suelo, coeficiente de utilización del suelo, área libre, superficie total de construcción, número de niveles, altura y proyecto arquitectónico (planta, cortes, fachadas, alzados) impreso y digital, en cumplimiento a lo ordenado por las Leyes de Desarrollo Urbano, su Reglamento y las Normas de Ordenación General de los Programas Municipales de Desarrollo Urbano y presentarlo ante la Secretaría o Dependencia, encargada del Desarrollo Urbano. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.

    - Análisis de las leyes correspondientes para determinar lo aplicable para el desarrollo de este Proyecto Integral.

- Integración de informes, planos, expedientes necesarios para trámite y autorización requerida en cumplimiento a la Ley.

- Informe con recomendaciones de actuación necesarias, para sus áreas de proyecto y construcción.

- Estudios en materia de afectaciones. Consistirán en que, partiendo de los estudios topográficos, se analice:

    - Definir las áreas por afectar, bajo la consideración de afectar el menor número de predios y al menor costo social y económico. De ser necesario y posible, conciliando el propio Proyecto Integral.

    - Analizar el mercado inmobiliario y de negocios, determinar estratos económicos sociales de los afectados, impactos sociales, problemas potenciales de la tierra, situación de la tenencia de la tierra, situación de edificaciones, situación jurídica, oposición ciudadana, tiempos considerados en su programación.

    - Elaborar un informe completo a sus áreas de proyecto y construcción con las recomendaciones correspondientes.

    - Elaborar un informe a la Unidad Ejecutora, donde esta pueda apoyarse para proceder a la adquisición de los predios.

- Estudios para proyecto electromecánico. El objetivo de los estudios es conocer las características del sitio donde se desarrolle el Proyecto Ejecutivo para la Obra Electromecánica Topográficos, Geoeléctricos y otros que se deban tomar en cuenta para el desarrollo del Proyecto Ejecutivo para la Obra Electromecánica del Servicio de Transporte Eléctrico (Trolebús).

- Un segundo objetivo es dar cumplimiento a las obligaciones de carácter legal, así como a la Normatividad Nacional vigente en materia de Instalaciones Eléctricas y Electromecánicas, con la finalidad de que se cumplan los requisitos necesarios para el Proyecto Ejecutivo, deberá emitir las necesidades de Obra Civil (ubicación, cantidad y dimensiones) que se requieran para la correcta instalación del equipamiento electromecánico objeto de esta contratación, mismas que deberán emitirse oportunamente y que deberá coordinar en conjunto con la Supervisión Externa.

- Estudio de prospección geoeléctrica. Deberá realizar el Estudio de Prospección Geoeléctrica el cual servirá como apoyo para el desarrollo del Proyecto Ejecutivo del proceso constructivo para las SR's y SAF's.

- Estudio de compatibilidad y factibilidad de suministro eléctrico de media tensión (23 KV) ante la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Incluye el acompañamiento técnico.

- Diseño del puente peatonal. Se incluye el diseño del puente temporal.

Los estudios geológicos, hidrológicos, los informes de los estudios de tránsito, así como los planos topográficos, se adjuntan en la subcarpetas "Estudios geológicos", "Estudios hidrológicos", "Informes de estudios de tránsito" y "Topografía" de la carpeta "Anexos Capítulo 1".

2. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo

En este capítulo se aborda la vinculación del "Proyecto Integral para la Construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca, Estado de México" con los ordenamientos jurídicos pertinentes en materia de impacto ambiental y de planeación, con objeto de establecer su congruencia con los objetivos, estrategias y acciones previstos en los instrumentos de planeación vigentes a nivel federal, estatal y municipal.

Lo anterior se realiza en cumplimiento lo establecido en el Artículo 13, fracción III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental; el cual establece que la manifestación de impacto ambiental deberá vincularse con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

2.1 Leyes y Reglamentos

2.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 19 de enero de 2026).

Tabla 31. Vinculación del proyecto con la LGEEPA.

Artículo	Vinculación con el proyecto
28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en	El proyecto del Trolebús Ixtapaluca pertenece al sector de vías de comunicación que, al ubicarse en el Derecho de Vía de 2 vías de comunicación (Autopista México-Puebla y Carretera Federal México-Puebla) es de jurisdicción federal. Asimismo, al instalar subestaciones eléctricas, el proyecto también pertenece al sector de la industria eléctrica, que es de jurisdicción federal.

Artículo	Vinculación con el proyecto
que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;	En ese sentido, el promovente solicitará a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la autorización en materia de impacto ambiental. Adicionalmente, se anexa la respuesta a la solicitud de opinión realizada a la SEMARNAT sobre la competencia del proyecto, la cual resolvió que el proyecto corresponde a jurisdicción federal (documento IX-T00-TREN-02-V00-ANE-MA-0453-S00).
30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	Para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, referida en el artículo 30, el promovente someterá la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) ante la SEMARNAT para su evaluación y obtención de la autorización correspondiente.
110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas,	El proyecto tiene como uno de sus objetivos la reducción de las emisiones a la atmósfera. En ese sentido el promovente desarrolló una evaluación de cambio climático, en el que se determinó que el proyecto presenta potencial para contribuir a la reducción

Artículo	Vinculación con el proyecto
para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	de emisiones asociadas al sector transporte mediante la implementación de un sistema de movilidad eléctrica de alta capacidad. Los escenarios preliminares desarrollados indican que la operación del sistema podría representar una disminución aproximada de entre 1,667 y 5,000 automóviles particulares por día, dependiendo del nivel de captación modal alcanzado durante la operación del trolebús. La reducción potencial de vehículos convencionales representa un beneficio ambiental asociado a la disminución del consumo de combustibles fósiles, reducción de emisiones contaminantes y fortalecimiento de sistemas de movilidad sustentable dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México. Asimismo, el proyecto favorece la transición hacia infraestructura urbana de menores emisiones y mayor eficiencia energética. El documento de la evaluación realizada, así como los mapas, se encuentran en la subcarpeta “Componentes abióticos / Cambio Climático” de la carpeta “Anexos Capítulo 3”.
121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de	El promovente implementará un Plan de Manejo de Residuos, para realizar las actividades de clasificación, disposición temporal de los residuos generados durante el desarrollo de las actividades de preparación del sitio, construcción y

Artículo	Vinculación con el proyecto
descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	operación, con base en la legislación y normatividad vigente. Asimismo, contratará a empresas autorizadas por las autoridades competentes, para llevar a cabo las actividades de recolección y traslado de los residuos, hacia su sitio de acopio, tratamiento, confinamiento y/o disposición final. Por otro lado, descargará las aguas residuales generadas por el proyecto, a través de una conexión al sistema de drenaje y alcantarillado de la zona. Todo lo anterior, para evitar la contaminación de cuerpos de agua, suelo o subsuelo.
155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía	El promovente implementará acciones para que las emisiones de ruido y vibraciones generadas por los equipos y maquinaria utilizados durante las etapas de preparación del sitio y construcción estén dentro de los parámetros establecidos en la normatividad vigente. Por otro lado, no se prevé la generación de emisiones significativas de energía térmica ni lumínica en ninguna de las etapas del proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
térmica, luz intrusa, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	

2.1.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (Última reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014).

Tabla 32. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo	Vinculación con el proyecto
5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros	El proyecto del Trolebús Ixtapaluca pertenece al sector de vías de comunicación que, al ubicarse en el Derecho de Vía de 2 vías de comunicación (Autopista México-Puebla y Carretera Federal México-Puebla) es de jurisdicción federal. Para determinar si un camino es una vía general de comunicación, se refiere los establecido en los artículos 1 y 2, fracciones I, inciso a) III, XVI y 3 de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal que refiere lo siguiente: “Artículo 1º. La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y

o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de: a) La instalación de hilos, cables o fibra óptica para la transmisión de señales electrónicas sobre la franja que corresponde al derecho de vía, siempre que se aproveche la infraestructura existente; b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente, y c) Las carreteras que se construyan, sobre caminos ya existentes, para un tránsito promedio diario de hasta un máximo de 500 vehículos, en las cuales la velocidad no exceda de 70 kilómetros por hora, el ancho de calzada y de corona no exceda los 6 metros y no tenga acotamientos, quedando exceptuadas aquellas a las que les resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la Ley. … K) INDUSTRIA ELÉCTRICA: … II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;	mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías. Articulo 2º., Para los efectos de esta Ley, se entenderá por: Caminos o carreteras: … c) Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios" … V. Puentes: a) Nacionales: Los construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión o permiso federales por particulares, estados o municipios en los caminos federales, o vías generales de comunicación, o para salvar obstáculos topográficos sin conectar con camino de un país vecino, y … III Derecho de vía: Franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación, cuya anchura y dimensiones fila de Secretaría, la cual no podrá ser inferior a 20 metros a cada lado del eje del

	camino. Tratándose de carreteras de dos cuerpos, se medirá a partir del eje de cada uno de ellos; XVI. Vías generales de comunicación: Los caminos y puentes tal como se definen en el presente artículo." Artículo 3º.- Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.". Derivado de lo anterior y considerando que, las obras y actividades del proyecto serán financiadas y realizadas por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, se establece que el proyecto se considera como una vía general de comunicación. Asimismo, el proyecto se vincula con la industria eléctrica, ya que incluye la instalación de las subestaciones rectificadoras de tracción (SER), las cuales otorgan la potencia para la tracción de los vehículos tipo trolebús. En ese sentido, el promovente solicitará a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la autorización en materia de impacto ambiental.
11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas,	El promovente desarrolló la presente MIA en modalidad Regional.

proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; …	

2.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (Última reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014)

Tabla 33. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Artículo	Vinculación con el proyecto
28.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	• No se prevén emisiones de vapores a la atmósfera, derivadas del desarrollo de las actividades del proyecto. • Para mitigar las emisiones de polvos y partículas originadas durante las actividades de preparación del sitio y construcción, el promovente cubrirá con lonas el material que pueda desprender polvos y partículas durante su almacenamiento y transporte.

2.1.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Última reforma publicada en el DOF el 19 de enero de 2026)

Tabla 34. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo	Vinculación con el proyecto
42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos… Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	• El promovente contratará empresas autorizadas por la SEMARNAT para la recolección, transporte y disposición de los residuos peligrosos generados en el área del proyecto. Asimismo, se asegura que dichas empresas cuenten con las autorizaciones correspondientes.
54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.	• El promovente evitará en todo momento la mezcla de los residuos peligrosos generados por el desarrollo de las actividades del proyecto, con los demás tipos de residuos generados.

2.1.5 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Última reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014)

Tabla 35. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo	Vinculación con el proyecto
129. Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.	• El promovente desarrollará e implementará un Programa de Manejo de Residuos Peligrosos, en el que se establecerán las acciones para controlar cualquier liberación de residuos peligrosos. • Asimismo, implementará un Plan de Respuesta a Emergencias, el cual incluirá procedimientos para actuar en caso de derrames o fugas de materiales peligrosos que incidan en el área del proyecto o que se originen de las actividades del proyecto.

2.1.6 Ley de Aguas Nacionales (Última reforma publicada en el DOF el 11 de diciembre de 2025).

Tabla 36. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación con el proyecto
20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a	En caso de que el promovente ocupe zonas federales cuya administración compete a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), solicitará a ésta la concesión correspondiente.

Artículo	Vinculación con el proyecto
través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.	Asimismo, en caso de que el promovente realice aprovechamiento de aguas nacionales, solicitará la concesión para tal actividad.
85. … Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de: a. Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.	En caso de que el promovente solicite a CONAGUA una concesión, ya sea para el aprovechamiento de aguas subterráneas o para la ocupación de terrenos federales, implementará las medidas necesarias para evitar su contaminación que pudiera resultar del desarrollo de las actividades del proyecto. Tales medidas incluyen: • Promover un uso eficiente del agua • Un Plan Integral de Manejo de Residuos • Contratación de prestadores de servicios para la recolección y traslado de las aguas residuales generadas

2.1.7 Ley General de Vida Silvestre

Tabla 37. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 27. La conservación de la vida silvestre implica la protección de sus	El proyecto reconoce la presencia de ejemplares de flora catalogadas como

Artículo	Vinculación con el proyecto
hábitats, así como el manejo de ejemplares, poblaciones y especies.	arbolado urbano, incluyendo especies como *Erythrina* spp. (colorín) y *Hesperocyparis lusitanica* (cedro blanco), consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En este sentido, se está gestionando el trámite para su dictamen con las autoridades municipales correspondientes, para que éstas determinen la restitución que le corresponda llevar a cabo al promovente, priorizando su conservación y manejo adecuado dentro del área del proyecto.
31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	De manera complementaria, en caso de identificarse fauna silvestre en el área del proyecto durante las etapas de preparación y construcción, se aplicarán medidas para su rescate, reubicación o ahuyentamiento bajo condiciones que minimicen el estrés y daño a los ejemplares.
Artículo 60 Bis. Se deberán implementar medidas para la conservación y protección de especies en riesgo y sus hábitats.	En cumplimiento de este artículo, el promovente implementará acciones específicas para la protección de ejemplares en categoría de riesgo, incluyendo el trasplante (banqueo) de individuos que interfieren con la infraestructura proyectada, procurando su supervivencia mediante técnicas adecuadas de manejo, mantenimiento y seguimiento posterior. Sin embargo, es importante precisar que éstas especies están catalogadas como arbolado urbano, por lo que las autoridades municipales determinarán las acciones

Artículo	Vinculación con el proyecto
	procedentes y la restitución que resulte aplicable.

2.1.8 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Tabla 38. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo	Vinculación con el proyecto
10. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	En caso de que, derivado del desarrollo de las actividades del proyecto, se ocasione un daño ambiental, o pudiera ocurrir, el promovente implementará las acciones pertinentes para su control y/o prevención. En caso de que no sea posible, se aplicarán las medidas de compensación que resulten adecuadas y aquellas que las autoridades competentes determinen.

2.1.9 Código para la Biodiversidad del Estado de México (Última reforma publicada en el Periódico Oficial el 14 de julio de 2025)

Tabla 39. Vinculación del proyecto con el Código para la Biodiversidad del Estado de México.

Artículo	Vinculación con el proyecto
4.65. Los residuos de manejo especial deberán separarse conforme a los criterios y señalamientos para su clasificación establecidos en los artículos 4.26 y 4.27 del presente Libro	Para dar cumplimiento al artículo 4.26, el promovente clasificará como residuos de manejo especial aquellos que no sean catalogados como peligrosos o como sólidos urbanos.

Artículo	Vinculación con el proyecto
y demás disposiciones que al respecto emitan las autoridades municipales competentes dentro de las instalaciones donde se generen. Los generadores de estos residuos están obligados a contratar el servicio para su recolección y manejo estableciendo éstos por su propia cuenta y con la debida aprobación de las autoridades competentes.	En relación al artículo 4.27, el promovente determinará el manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para fines de prevención o reducción de sus riesgos, considerando si poseen características físicas, químicas o biológicas que los hagan: • Inertes • Fermentables • Capaces de combustión • Volátiles • Solubles en distintos medios • Capaces de salinizar los suelos • Capaces de provocar incrementos excesivos de la carga orgánica en cuerpos de agua y el crecimiento excesivo de especies acuáticas que pongan en riesgo la supervivencia de otras • Capaces de provocar efectos adversos en la salud humana, en los ecosistemas o en la biodiversidad si se dan las condiciones de exposición para ello • Persistentes; y/o • Bioacumulables. En el caso de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial,

Artículo	Vinculación con el proyecto
	generados durante el desarrollo de las actividades del proyecto, son inertes.

2.1.10 Ley del Agua para el Estado de México y Municipios (Última reforma publicada en el Periódico Oficial el 05 de abril de 2024).

Tabla 40. Vinculación del proyecto con la Ley del Agua para el Estado de México y Municipios.

Artículo	Vinculación con el proyecto
71. Los propietarios o poseedores de inmuebles, con construcción o sin ella, deberán contratar el servicio de agua potable para los usos a que se refieren las fracciones I, II y III, del artículo anterior, cuando al frente del inmueble exista infraestructura hidráulica para la prestación del servicio.	El promovente contratará el servicio de agua potable para el desarrollo de las actividades del proyecto, e instalará las conexiones correspondientes.
79. Están obligados a contratar y pagar los servicios de drenaje y alcantarillado: I. Los usuarios del servicio de agua potable en sus distintos usos; y II. Los propietarios o poseedores de inmuebles con aprovisionamientos de agua obtenidos de fuente distinta a la red de distribución, que requieran del sistema de drenaje y alcantarillado para la descarga de sus aguas residuales.	En virtud de que el promovente contratará el servicio de agua potable para el desarrollo de las actividades de operación del proyecto, contratará el servicio de drenaje y alcantarillado, y pagará las cuotas correspondientes.
86. Es obligación de los usuarios o responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado, reintegrarlas	Dado que el promovente contratará el servicio de drenaje y alcantarillado, realizará análisis de laboratorio para determinar la carga de contaminantes

Artículo	Vinculación con el proyecto
en condiciones para su aprovechamiento o, en su caso, cubrir al prestador del servicio, la tarifa por el servicio de tratamiento de aguas residuales.	de las aguas residuales generadas durante el desarrollo de las actividades del proyecto, en caso de que dicha carga supere los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente, aplicará el tratamiento correspondiente o, en su caso, cubrirá la tarifa correspondiente.
88. Las personas físicas o jurídicas colectivas que realicen el tratamiento de aguas residuales, serán responsables por la disposición final de sus productos resultantes, debiendo ajustarse a la normatividad aplicable.	El proyecto no contempla la operación y construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Para el desalojo de las aguas residuales, el promovente se conectará a la red de drenaje y alcantarillado municipal.

2.1.11 Bando Municipal Ixtapaluca 2026 (Aprobado en Sesión de Cabildo el 05 de febrero de 2026).

Tabla 41. Vinculación del proyecto con el Bando Municipal Ixtapaluca 2026.

Artículo	Vinculación con el proyecto
36. Son obligaciones de las y los vecinos, habitantes y transeúntes del Municipio, las siguientes: IX. Respetar el uso de suelo, destinos y normas para los predios que de acuerdo a la zonificación se encuentren establecidos en las Leyes, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ixtapaluca, el Programa de Ordenamiento Ecológico de Ixtapaluca, reglamentos y demás disposiciones aplicables; XIV. Limpiar y recoger el escombro, residuos sólidos y el material sobrante	En relación a las obligaciones en materia ambiental establecidas en este artículo, el promovente: • Observará y acatará las disposiciones establecidas en la legislación e instrumentos de planeación vigentes, relacionadas con el uso de suelo • Realizará las actividades de recolección, separación y disposición temporal de los residuos generados durante las etapas de preparación del sitio y construcción, de acuerdo con lo establecido en el

Artículo	Vinculación con el proyecto
derivados de construcciones que estén bajo su responsabilidad; XV. Evitar fugas, desperdicio de agua y abstenerse de instalar tomas clandestinas de agua y drenaje, dentro y fuera de sus domicilios, establecimientos comerciales y demás inmuebles; y reportando estas a las autoridades competentes; XVI. No arrojar residuos sólidos o dejar abandonados objetos muebles en la vía pública, ni tirar desperdicios sólidos o líquidos a las alcantarillas, cajas de válvulas, y en general, a las instalaciones de agua potable y drenaje; así como no depositar desechos tóxicos o radioactivos que provoquen la contaminación de los mantos acuíferos del Municipio; XXI. Separar los residuos sólidos en orgánico e inorgánico y a los residuos sanitarios darles un trato especial.	Plan de Manejo Integral de Residuos que se desarrolle para el presente proyecto. • Implementará medidas orientadas a un uso eficiente del agua, tales como un programa de mantenimiento de las instalaciones, y el establecimiento de controles para evitar tomas clandestinas.

2.2 Instrumentos de planeación

2.2.1 Programas de Ordenamiento Ecológico

2.2.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El objetivo de este Programa, es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, para lo cual se establecieron unidades sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo; dicha interacción determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada

unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB). El área del proyecto incide en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 121, denominada “Depresión de México”.

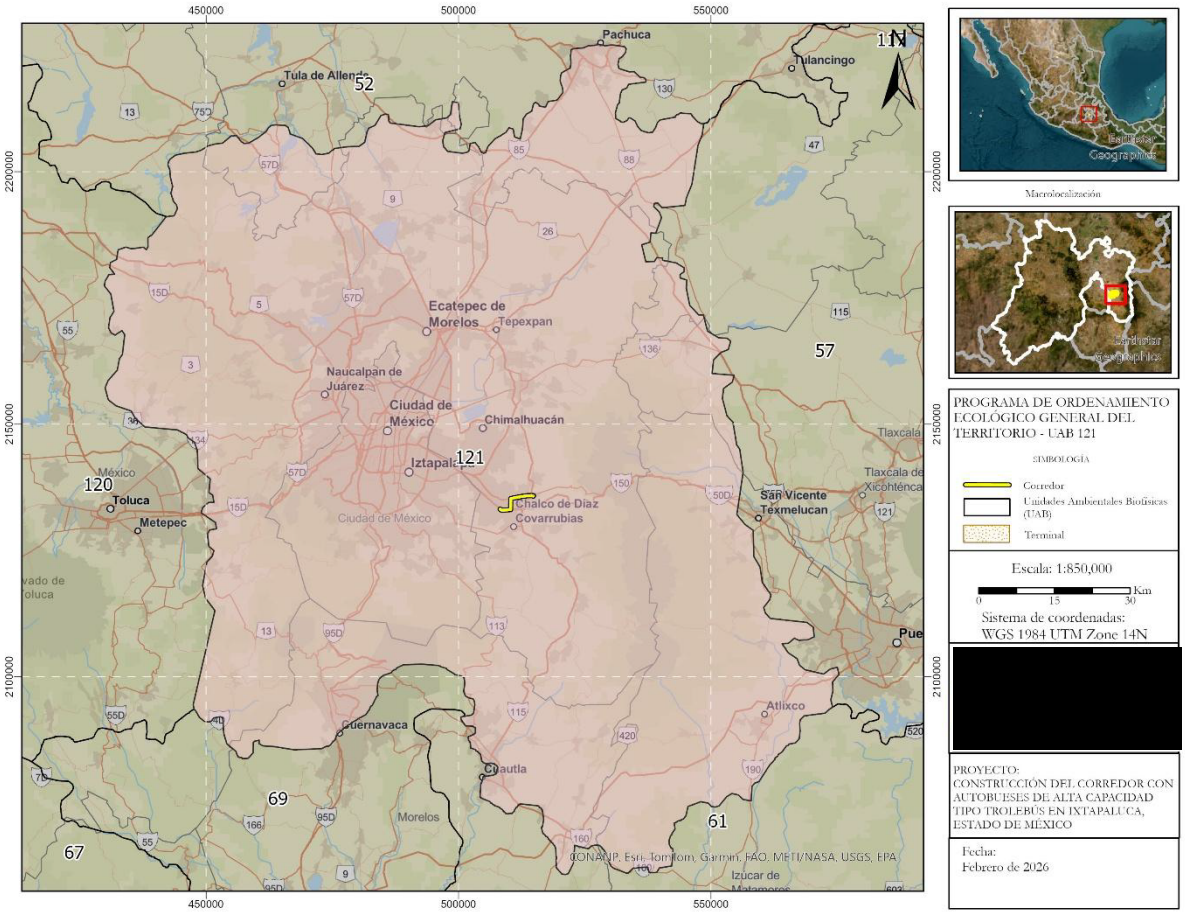


Figura 55. Ubicación del proyecto con relación a la UAB 121 del POEGT

En la siguiente tabla se muestran las estrategias correspondientes a la UAB 121, y cómo el proyecto se vincula con cada una de ellas.

Tabla 42. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 121 del POEGT.

Grupo de estrategias	Estrategias	Vinculación con el proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto incide en una zona urbana, que ya se encuentra previamente impactada, dado que se ocupará Derecho de Vía tanto de la Autopista como de la Carretera Federal México-Puebla. En la determinación de la ubicación de las estaciones se considerará causar la menor afectación posible al arbolado urbano
	2. Recuperación de especies en riesgo.	
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Se llevaron a cabo adecuaciones al diseño del proyecto con la finalidad de disminuir los impactos ambientales derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación: La ubicación de las estaciones se hará de

Grupo de estrategias	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		modo que se disminuya la remoción de arbolado urbano. Se implementará un programa de mantenimiento preventivo a los vehículos, maquinaria y equipo utilizado en las actividades de preparación del sitio, construcción y operación Se implementará un Programa de manejo integral de los residuos generados, con la finalidad de prevenir contaminación a cuerpos de agua y suelo Se contratará a una empresa autorizada por las autoridades competentes, para que realice la recolección y traslado de las aguas residuales, especialmente las sanitarias, generadas durante las actividades del proyecto.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector agropecuario.

Grupo de estrategias	Estrategias	Vinculación con el proyecto
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector hidroagrícola.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no incide sobre recursos forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto reconoce y contribuye indirectamente a la conservación de servicios ambientales:
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	No se realizará extracción de agua proveniente del acuífero Chalco-Amecameca, en cuya superficie se encuentra el proyecto.
	12. Protección de los ecosistemas.	El promovente implementará medidas de mitigación y compensación de los impactos ambientales que ocasionará el proyecto, con la finalidad de proteger el ecosistema. Las medidas incluyen la instalación de drenaje pluvial y estabilización de taludes, entre otras.

Grupo de estrategias	Estrategias	Vinculación con el proyecto
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El promovente no utilizará agroquímicos durante las actividades de desmonte, la remoción de vegetación y/o maleza se realizará por medios mecánicos.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El promovente observará y acatará las medidas de restauración que le fueran impuestas por la autoridad competente, en caso de que, en cualquiera de las etapas del proyecto, se ocasione daños al ecosistema.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no corresponde al sector minero.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya

Grupo de estrategias	Estrategias	Vinculación con el proyecto
	manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	que no es competencia del promovente.
	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	El proyecto tiene como uno de sus objetivos la reducción de las emisiones a la atmósfera. En ese sentido el promovente desarrolló una evaluación de cambio climático, en el que se determinó que el proyecto presenta potencial para contribuir a la reducción de emisiones asociadas al sector transporte mediante la implementación de un sistema de movilidad eléctrica de alta capacidad. Los escenarios preliminares desarrollados indican que

Grupo de estrategias	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		la operación del sistema podría representar una disminución aproximada de entre 1,667 y 5,000 automóviles particulares por día, dependiendo del nivel de captación modal alcanzado durante la operación del trolebús. La reducción potencial de vehículos convencionales representa un beneficio ambiental asociado a la disminución del consumo de combustibles fósiles, reducción de emisiones contaminantes y fortalecimiento de sistemas de movilidad sustentable dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México. Asimismo, el proyecto favorece la transición hacia infraestructura urbana de menores emisiones y mayor eficiencia energética. El documento de la evaluación realizada, así como los mapas, se encuentran en la subcarpeta "Componentes abióticos / Cambio Climático" de la

Grupo de estrategias	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		carpeta “Anexos Capítulo 3”.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no corresponde al sector turístico.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no corresponde al sector turístico.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) –beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no corresponde al sector turístico.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	El promovente implementará medidas durante el desarrollo de las actividades del proyecto, para disminuir la probabilidad de afectaciones al ambiente y a la sociedad en caso de
	26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	

Grupo de estrategias	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		ocurrencia de algún evento de riesgo hidrometeorológico y/o geológico. Tales medidas incluyen: Instalación de drenaje sanitario y pluvial Disposición adecuada de residuos Estabilización de taludes Aseguramiento de la estabilidad de edificaciones vecinas
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	El proyecto “Trolebús Ixtapaluca”, con un servicio eléctrico de aproximadamente 10.10 kilómetros lineales, permita la operación con

Grupo de estrategias	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		servicios programados, estaciones y terminales acondicionadas, y de una flota que permite una mejor accesibilidad. Asimismo, mediante la conexión con la Línea 11 del Trolebús “Chalco-Sta. Marta”, se dará conectividad a una de las zonas con mayor densidad poblacional en el oriente del Estado de México.
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
E) Desarrollo social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya

Grupo de estrategias	Estrategias	Vinculación con el proyecto
	en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	que no es competencia del promovente.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.

Grupo de estrategias	Estrategias	Vinculación con el proyecto
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.

2.2.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional (POER) del Estado de México

El POER del Estado de México es un instrumento de planeación que, desde la perspectiva del desarrollo sustentable y la protección al medio ambiente, orientará el uso del suelo y las actividades productivas en el territorio estatal. La regionalización ecológica desarrollada para el territorio del Estado de México constituye la base sobre la cual se definieron las Unidades de Gestión Ambiental (UGA).

El área del proyecto incide en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) U-15, P-015 Ixt y U-122. El corredor incide en las dos primeras, mientras que el terreno destinado a la Terminal incide en la última.

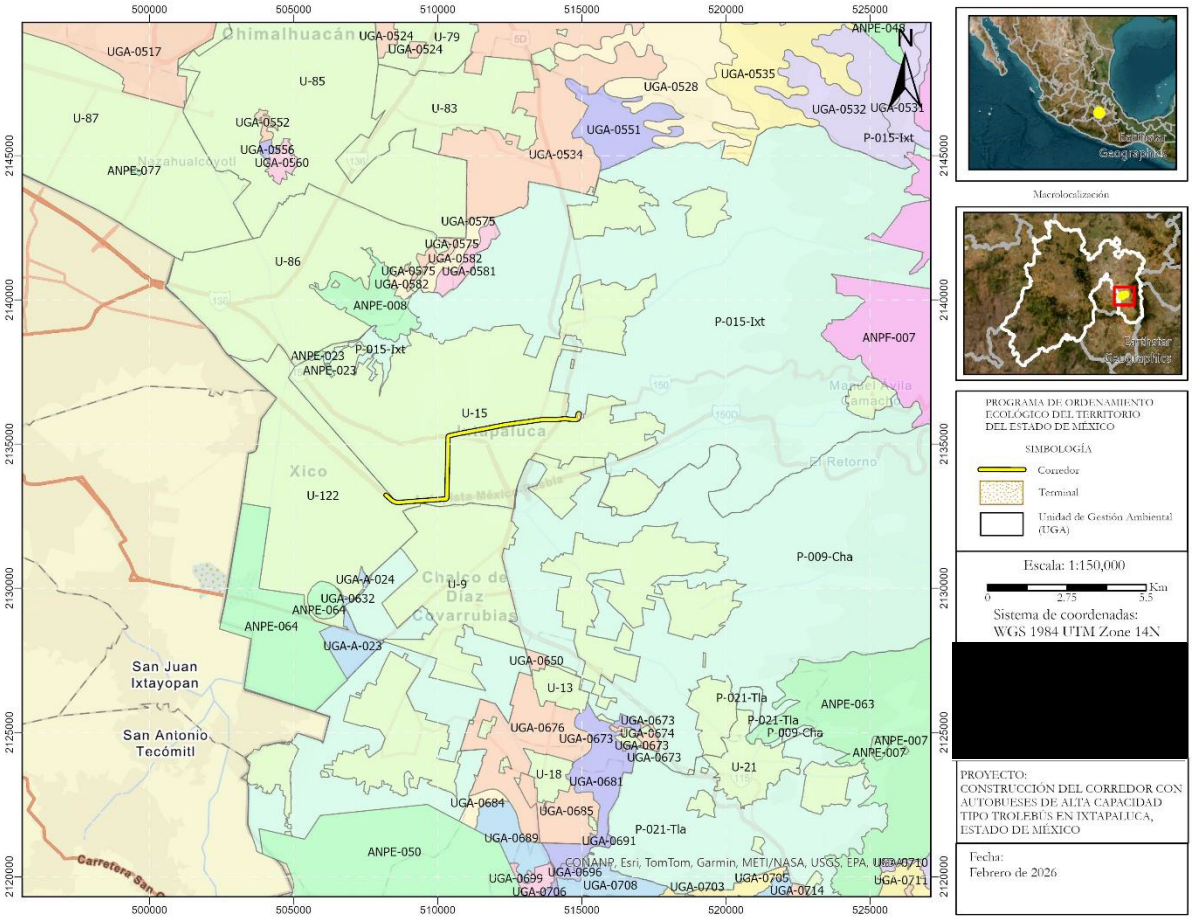


Figura 56. Ubicación del proyecto con relación al POER del Estado de México.

En la siguiente tabla se muestran los criterios correspondientes a las UGAs referidas, y cómo el proyecto se vincula con cada una de ellas.

Tabla 43. Vinculación del proyecto con los criterios del POER del Estado de México.

Criterio o Estrategia	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
	U-15	U-122	P-015-IXT	
Consolidar la gestión sustentable del territorio a través la actualización del PMDU, considerando parámetros ambientales.	X	X		El Proyecto se desarrolla principalmente sobre infraestructura vial existente, lo cual evita inducir procesos de expansión urbana desordenada y optimiza el uso del suelo previamente urbanizado. Asimismo, al promover un sistema de transporte público eléctrico de alta capacidad, contribuye a mejorar la movilidad urbana y a disminuir emisiones contaminantes, lo que resulta congruente con el objetivo de consolidar una gestión territorial sustentable que integre parámetros ambientales en la planeación urbana.
Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local.			X	El Proyecto reconoce la importancia de los instrumentos de ordenamiento ecológico como herramientas

Criterio o Estrategia	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
	U-15	U-122	P-015-IXT	
				para orientar el desarrollo territorial bajo criterios de sustentabilidad Ambiental. En este sentido, la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental constituye un mecanismo de evaluación preventiva que permite identificar y mitigar posibles impactos derivados de las obras y actividades del Proyecto, contribuyendo a la incorporación de consideraciones ambientales en la planeación y el Desarrollo del territorio.

2.2.1.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional (POER) del Volcán Popocatépetl y su Zona de Influencia

El presente ordenamiento incorpora como amenazas al sistema socio-natural: el deterioro ambiental y el peligro eruptivo del volcán Popocatépetl, los cuales son los ejes centrales de las Unidades de Gestión Ambiental y Riesgo Eruptivo (UGARE).

El área del proyecto incide en la UGARE 5, que tiene una calidad ecológica y una fragilidad ambiental bajas, y la presión antropogénica y la vulnerabilidad ambiental son medias.

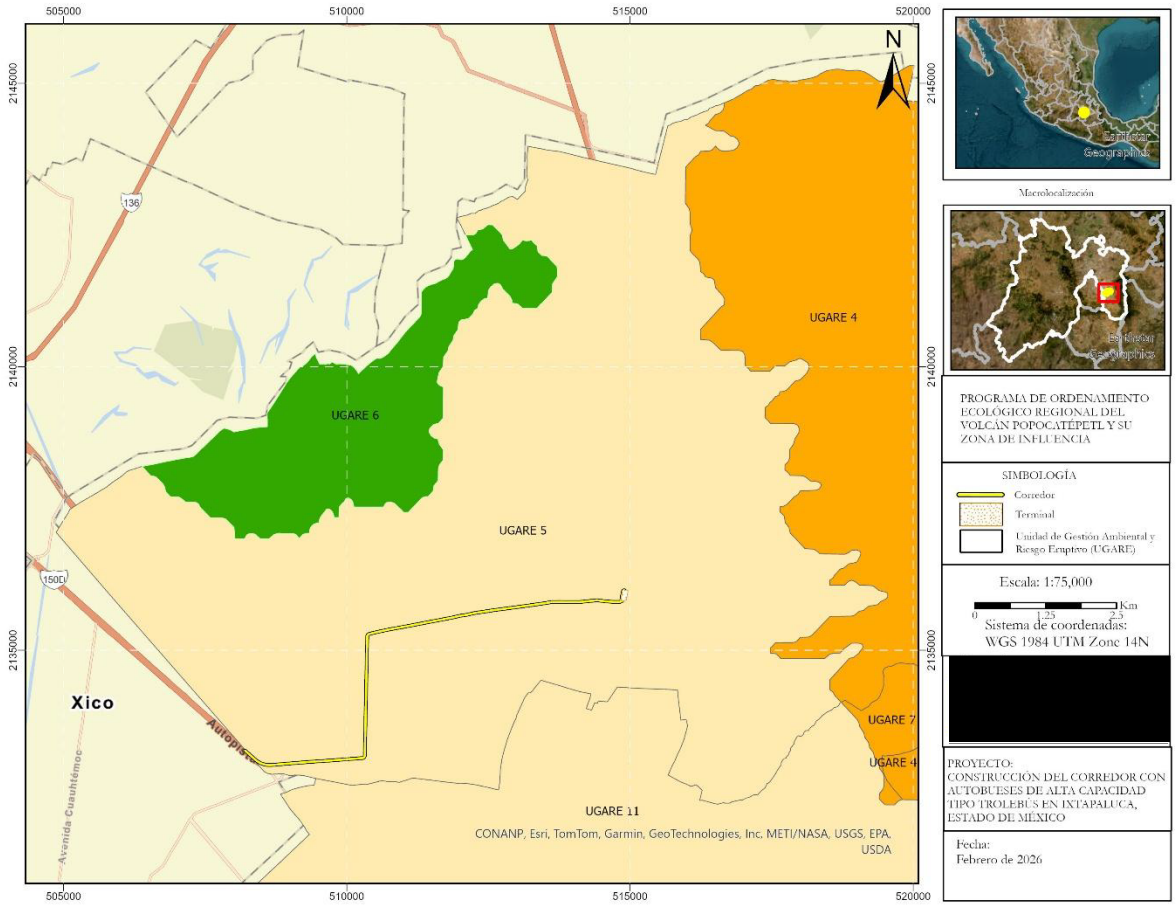


Figura 57. Ubicación del proyecto con relación al POER del Volcán Popocatépetl y su Zona de Influencia.

En la siguiente tabla se muestran los criterios correspondientes a la UGARE 5, y cómo el proyecto se vincula con cada una de ellas.

Tabla 44. Vinculación del proyecto con los criterios de la UGARE 5 del POER del Volcán Popocatépetl y su Zona de Influencia.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
Sector Acuacultura	
AC1.-La Ley correspondiente establece que, para la práctica de la acuacultura, no se permiten las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector de acuacultura.
AC2.-Se permitirá el empleo de especies exóticas solamente en estanquería controlada, siempre y cuando se asegure que estas no invadirán cuerpos de agua naturales, en los cuales únicamente se fomentaran las especies nativas.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector de acuacultura.
AC3.-No podrá emplearse agua potable de la red primaria y secundaria para actividades de acuacultura con fines comerciales o de autoconsumo.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector de acuacultura.
AC4.-El alumbramiento de nuevos pozos o la extracción de agua de pozos ya existentes para su empleo en acuacultura, estarán sujetos a la normatividad en la materia.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector de acuacultura.
AC5.-El agua residual tratada deberá contar con la calidad mínima indispensable, según lo dicte la norma oficial respectiva, cuando se destine a la acuacultura para el consumo humano.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector de acuacultura.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
AC6.-Todo residuo orgánico e inorgánico, producto de las actividades de acuacultura para fines comerciales o de autoconsumo, deberá ser manejado y dispuesto en forma sanitaria.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector de acuacultura.
Sector Agrícola	
AG1.-No se permite la fabricación, transporte, almacenamiento, manejo de pesticidas que aparecen como prohibidos y restringidos en el Catálogo Oficial de Plaguicidas de la CICLOPLAFEST y aquellas aplicables a nivel internacional. La aplicación de esta medida es inmediata.	El promovente realizará la remoción de vegetación y maleza para el desarrollo del proyecto mediante medios mecánicos, sin el uso de agroquímicos.
AG2.-No se permite la fabricación, transporte, almacenamiento, manejo de pesticidas que se enlistan como autorizados dentro del Catálogo Oficial de Plaguicidas de la CICLOPLAFEST y que las secretarias, previa justificación técnica, determinen que provocan daño al ambiente, la salud humana y de los recursos naturales. Con el fin de fomentar en forma paulatina, el uso de sustancias equivalentes sin los efectos anteriores, la propuesta entrará en vigencia después de tres años de haberse decretado el presente ordenamiento.	El promovente realizará la remoción de vegetación y maleza para el desarrollo del proyecto mediante medios mecánicos, sin el uso de agroquímicos.
AG3.-Se emplearán métodos culturales como: las prácticas agrícolas, policultivos, rotación de cultivos, destrucción de desechos y plantas	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector agrícola.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
hospederas, trampas, plantas atrayentes y surcos de plantas repelentes;	
AG4.-No se deberá utilizar mejoradores del suelo químicos que provoquen salinización y contaminación de suelos, de escurrimientos, del acuífero y de alimentos. En la zona Agroforestal se promoverá la fertilización a través del composteo y abonos orgánicos, a fin de sustituir a los fertilizantes químicos en forma gradual, se buscará la reconversión de aquellas prácticas agrícolas que causen contaminación ambiental o que afecten los recursos naturales de la región.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector agrícola.
AG5.-Se emplearán paulatinamente la labranza cero, la siembra de abonos verdes, el uso de abonos orgánicos y las prácticas de lombricultura para conservar la estructura y función del suelo, la biodiversidad y la continuidad de procesos naturales.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector agrícola.
AG6.-Se colocarán paulatinamente bordos de piedra acomodada, además de la siembra de árboles, arbustos y pastos nativos, para retener y conservar el suelo en pendientes sin cubierta vegetal y con procesos de erosión de terrenos agrícolas y pecuarios, siempre referidos a curvas de nivel.	Se implementarán medidas para conservar el suelo en pendientes sin cubierta vegetal, tales como la estabilización de taludes.
AG7.-Se construirán bordos de piedra acomodada con malla metálica y de mampostería, así como otras actividades que coadyuven a la retención de suelo y	Se implementarán medidas para retener el suelo, tales como la estabilización de taludes.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
agua en cárcavas en todo tipo de terrenos.	
AG8.-Se emplearán cercas vivas forestales y frutícolas diversas, piedra acomodada o tecorrales y la incorporación del composteo, abonos orgánicos y verdes, además de los métodos anteriores, para la nivelación de terrenos y formación de terrazas de uso agrosilvopastoril.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector agrícola.
AG9.-No se permite la expansión de la superficie agrícola a costa del aprovechamiento forestal, el desmonte de la vegetación, el cinchamiento o muerte de la vegetación forestal por cualquier vía o procedimiento, la afectación a la vegetación natural, así como la afectación al paisaje, la quema, remoción y barbecho de los ecosistemas de pastizales naturales y matorrales.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector agrícola.
AG10.-No se deberá permitir el almacenamiento, uso alimentario y siembra de semillas y material vegetal transgénico para fines agrícolas, hortícolas, frutícolas, de ornato y pecuarios, en todas las zonificaciones, a menos de que exista un estudio técnico y científico que demuestre que el material no afecta a los ecosistemas naturales, la salud humana y la del ganado.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector agrícola.
Sector Asentamientos Humanos y Riesgos	

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
AHR1.-No se permite el cambio de uso de suelo no urbano a urbano fuera de lo autorizado como urbanizable (incluye urbanizable no programado) por los planes de desarrollo urbano.	El cambio de uso de suelo se realizará de acuerdo a los lineamientos establecidos en los Planes de Desarrollo Urbano del Estado de México y del Municipio de Ixtapaluca.
AHR2.-En todo proyecto nuevo se deberá dejar por lo menos un 12% de área ajardinada.	En virtud de que el proyecto se pretende ubicar en el Estado de México, se llevarán a cabo los trámites correspondientes ante la autoridad estatal competente, observando y cumpliendo con las disposiciones normativas aplicables que esta establezca.
AHR3.-El diseño urbano en la región deberá incluir elementos para la protección ambiental, incluyendo ecotecnologías para el ahorro, reciclaje, captación y tratamiento del agua; así como para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos.	El promovente contempla la implementación de medidas para proteger el ambiente que rodea al proyecto “Trolebús Ixtapaluca”. En este sentido, el promovente contempla la implementación de diversas medidas para la protección del entorno del proyecto “Trolebús Ixtapaluca”, entre las que se incluyen: • Obras con diseño para escurrimiento hacia el drenaje, ya que contaran con un diseño arquitectónico que presentan una configuración geométrica curva que permite el desalojo del agua pluvial por gravedad hacia la superficie de rodamiento del los carriles confinados del sistema de

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
	trolebús. Dichos carriles forman parte del sistema vial diseñado con pendientes longitudinales y transversales que conducen el escurrimiento hacia la infraestructura de drenaje pluvial existente, por lo que no se generarán descargas directas al suelo natural ni acumulaciones superficiales. una Instalación de sistemas de captación de agua pluvial. • Separación y manejo adecuado de residuos sólidos, mediante la colocación de contenedores diferenciados para residuos orgánicos, inorgánicos reciclables y no reciclables. • Fomento del reciclaje y reutilización de materiales, priorizando la valorización de residuos generados durante la construcción y operación del proyecto. Estas acciones buscan dar cumplimiento a la normativa aplicable y contribuir a la sustentabilidad ambiental del proyecto
AHR4.-Se propiciará la redensificación del núcleo urbano, mediante la promoción de programas de reutilización de áreas, lotes y terrenos desocupados que antes estaban habitados.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no es competencia del promovente.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
AHR5.-Se promoverá el uso eficiente del agua en los asentamientos humanos, así como el tratamiento y adecuada disposición de desechos sólidos y líquidos.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, dado que no corresponde a asentamientos humanos.
AHR6.-Se podrán construir obras destinadas al control, defensa o aprovechamiento de los recursos naturales de la región, para la investigación científica y prevención frente a la amenaza eruptiva y de otros desastres. En estos casos se requerirá de permiso expreso y por escrito de las dependencias competentes (SEMARNAT, Secretarías estatal del Medio Ambiente y Dependencias Federales o estatales de Protección Civil).	El proyecto "Trolebús Ixtapaluca", consiste en instalar un carril confinado para la circulación de transporte eléctrico, con lo cual se evita la generación de emisiones contaminantes a la atmósfera, provenientes del uso de combustibles fósiles.
AHR7.-No se permite la extensión de servicios públicos fuera de los límites urbanos reconocidos por PMDU y en su caso, el Ordenamiento Ecológico Municipal vigente.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
AHR8.-No se permite la autorización o regularización de desarrollos urbanos o la instalación de infraestructura urbana de ningún tipo en áreas de riesgo volcánico, con riesgos de flujo de lodos, en zonas inundables, en áreas con pendientes mayores a 15 grados o en cauces secos de corrientes superficiales intermitentes.	El proyecto "Trolebús Ixtapaluca" no se ubica en áreas de riesgo volcánico, ni en zonas inundables. Tampoco cruza cuerpos de agua.
AHR9.-El desarrollo urbano sólo podrá realizarse en las zonas consideradas	El proyecto "Trolebús Ixtapaluca" se desarrolla en áreas urbanas;

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
como urbanizables por los planes municipales y no en terrenos que coincidan con algunos de los casos considerados en el criterio AHR8.	asimismo, se ubica en áreas que no se consideran con riesgo volcánico y otro tipo de riesgos.
AHR10.-No se permite la urbanización ni la regularización de asentamientos humanos de ningún tipo, cuando se presente una o más de las siguientes condiciones: zonas de alto valor agroecológico zona de recarga de acuíferos o áreas naturales protegidas.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector de asentamientos humanos.
Sector Forestal	
F6.-Las Secretarías del área de Medio Ambiente instrumentaran programas para regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal. Para ello, se elaborará un padrón de usuarios, se diseñará un programa de sensibilización ambiental, así como paquetes tecnológicos alternativos para las familias que viven de esa actividad. Se acompañarán estas medidas de un programa intensivo de siembra y cuidado de encinares.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
F7.-Se permite la recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas y especímenes completos no maderables para fines de autoconsumo y en concordancia con los usos y costumbres de la población rural.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica el uso de recursos forestales.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
F8.-Se permite la recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas y especímenes completos no maderables para la reproducción en viveros con fines de producción y restauración, condicionada rigurosamente a la normativa local y federal correspondiente y a la autorización derivada de los estudios técnicos necesarios para garantizar el mantenimiento de las poblaciones de las especies seleccionadas.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica el uso de recursos forestales.
F9.-La reforestación y las actividades de restauración ecológica de los agroecosistemas y de los ecosistemas forestales se realizarán con especies nativas o propias de los ecosistemas de la región y se promoverá el pago por servicios ambientales.	Este criterio n oes vinculante con el proyecto, ya que no incide en agroecosistemas ni ecosistemas forestales.
F12.-Están prohibidas las quemas no controladas.	El promovente no implementará la quema durante el desarrollo de las actividades del proyecto.
F16.-Se podrán establecer plantaciones forestales comerciales no maderables, no celulósicas con especies exóticas previo estudio técnico justificativo y con estricta vigilancia.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica plantaciones forestales.
F17.-Podrán llevarse a cabo los aprovechamientos forestales comerciales con métodos intensivos que mantengan la cobertura vegetal, estructura y composición de la masa forestal y la biodiversidad originaria en general siempre y cuando se cuente con	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica aprovechamientos forestales.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
la autorización correspondiente y el plan de manejo forestal que lo avale.	
F19.-Se podrán establecer plantaciones forestales comerciales con especies nativas.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica plantaciones forestales.
F21.-No se permitirá el aprovechamiento de recursos forestales no maderable, excepto que exista un estudio previo justificativo avalado por la autoridad competente.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica aprovechamientos forestales.
F24.-No se podrá llevar a cabo el cambio de uso del suelo en superficies con vocación forestal o de valor estratégico para el ecosistema.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica cambio de uso de suelo en aprovechamientos forestales.
F25.-Se estimulará la conversión a bosque, en territorios con vocación forestal.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no se pretende desarrollar en zonas con vocación forestal.
F26.-En las superficies erosionadas y con pastizal inducido debajo de los 3 mil msnm, catalogadas por el presente Ordenamiento como Zonas de Atención Prioritaria y siempre que no altere la estructura de corredores naturales actuales o potenciales, se permitirá el uso de pinos de especies exóticas con fines comerciales (árboles de navidad), siempre bajo la autorización y estricta vigilancia de las autoridades forestales y de medio ambiente.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no incide en Zonas de Atención Prioritaria, de acuerdo a lo establecido en el presente Ordenamiento.
Sector Industria	

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
IN3.-Sólo se podrá autorizar la instalación de micro industrias (hasta 14 trabajadores por cada una), pequeñas industrias (de 15 a 99 trabajadores por cada una) y mediana industria (de 100 a 249 trabajadores por cada una) en suelos urbanos, observando todas la medidas anticontaminantes de agua, suelo, subsuelo y el resto del entorno ambiental, establecidas en los objetivos del presente ordenamiento y las disposiciones reglamentarias municipales, estatales y federales correspondientes, siempre contando con un manifiesto de impacto ambiental.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector industrial.
IN5.-Se estimulará la creación de agroindustrias observando todas las medidas anticontaminantes de agua, suelo, subsuelo y el resto del entorno ambiental, establecidas en los objetivos del presente ordenamiento y las disposiciones reglamentarias municipales, estatales y federales correspondientes, siempre contando con un manifiesto de impacto ambiental.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector industrial.
IN6.-Se estimulará el establecimiento de la actividad artesanal de bajo impacto en suelos urbanos, que no genere humos, niveles elevados de ruidos, desechos químicos, polvo ni olores, de bajo consumo de agua y altamente eficiente en consumo de energía, descartando combustibles forestales.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector industrial.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
IN8.-Se buscará transformar los parques industriales existentes en parques tecnológicos.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector industrial.
Sector Infraestructura y Servicios	
IS1.-Nuevos proyectos de vivienda tendrán que contar con infraestructura para la captación y/o infiltración del agua pluvial, con una planta de tratamiento para sus aguas servidas y un sitio para la disposición final segura de sus residuos sólidos, además de un esquema para cubrir los costos de operación de su planta de tratamiento y de su sitio de disposición final.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde a la construcción de viviendas.
IS2.-Las construcciones se deberán instalar en zonas sin vegetación natural, a fin de evitar el mayor número de impactos ambientales.	Las actividades del proyecto se desarrollarán en una zona catalogada como urbana. Se prevé la incidencia sobre arbolado urbano, pero se implementarán las medidas aplicables derivado del dictaminado del arbolado urbano, lo cual puede incluir la restitución o compensación.
IS4.-La infraestructura se regirá considerando criterios ambientales y en su caso las disposiciones del impacto ambiental.	El presente documento forma parte del proceso de solicitud de autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto “Trolebús Ixtapaluca”. Una vez obtenida la autorización, el promovente observará y acatará los términos y condicionantes que se establezcan en la misma.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
IS7.-El revestimiento de las vías de comunicación por necesidad de paso vehicular se deberá realizar con materiales que permitan la infiltración del agua para la recarga del acuífero, excepto carreteras o autopistas.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que implica modificaciones en suelo destinado a carreteras y autopistas.
IS8.-Se respetarán la topografía, el arbolado, los escurrimientos superficiales, las vías naturales de drenaje y el paso de fauna silvestre en el trazo y construcción de vialidades.	El diseño del proyecto considera las menores afectaciones a la topografía, arbolado y escurrimientos superficiales. En ese sentido: Establecerá las medidas establecidas en el dictamen de arbolado urbano, debidas a la remoción de árboles. Realizará actividades para la estabilización de taludes. Instalará drenaje pluvial, para mitigar los impactos por la modificación de los escurrimientos superficiales.
IS9.-No se permitirá el cambio de pozos de uso agrícola a uso urbano.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica la utilización de pozos para el desarrollo de las actividades.
IS11.-No se permitirá el entubamiento, la desviación, contaminación, desecamiento, obstrucción de cauces, ríos, manantiales, lagunas y otros cuerpos de agua.	El presente criterio se considera vinculante, aunque el trazo del proyecto se desarrolla sobre infraestructura existente y no intersecta directamente cuerpos de agua superficiales permanentes.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
	No obstante, durante las diferentes etapas del proyecto podrían generarse afectaciones indirectas derivadas del arrastre de contaminantes o manejo inadecuado de residuos, por lo que el promovente implementará las siguientes medidas preventivas y de mitigación: • Manejo integral de residuos: • Separación, almacenamiento temporal y disposición final a través de empresas autorizadas. • Prohibición de disposición de residuos en vía pública, alcantarillas o áreas verdes. • Manejo de aguas residuales (etapa de construcción): • Instalación de sanitarios portátiles (tipo SANIRENT o equivalentes). • Contratación de empresa autorizada para la recolección, traslado y disposición final de aguas residuales. • Prohibición de descargas directas al suelo, drenaje pluvial o cuerpos de agua. • Manejo de escurrimientos pluviales: • Durante operación, los escurrimientos se integrarán al sistema existente de drenaje pluvial y alcantarillado.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
	• Se evitará la obstrucción de coladeras y obras de drenaje mediante limpieza periódica. • Control de contaminantes: • Prohibición de mantenimiento de maquinaria en sitio sin medidas de contención. • Atención inmediata de derrames mediante material absorbente.
IS12.-Las instalaciones en barrancas serán reguladas, por ser estos últimos sistemas fundamentales para mantener la hidrodinámica y la biodiversidad del territorio, así como por configurar trayectos de flujos eruptivos peligrosos.	El proyecto no se desarrolla en zonas de barrancas.
IS13.-No deberá autorizarse la construcción de infraestructura o servicios que propicien el cambio de uso natural o agrícola del territorio, fomenten los desarrollos urbanos o macro industriales, pongan en peligro a los pobladores, las instalaciones públicas o privadas o al ecosistema.	El proyecto se desarrolla mayoritariamente sobre infraestructura existente y zonas urbanizadas, se identifica un caso puntual correspondiente al predio destinado para la ubicación del CETRAM (depósito de autobuses tipo trolebús), el cual actualmente presenta uso de suelo clasificado como agricultura de temporal anual. Aunque el predio para el CETRAM se ubica en un suelo clasificado como agricultura de temporal, actualmente se encuentra en desuso. La superficie a intervenir es mínima dentro de un entorno predominantemente

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
	urbano (sobre la Av. Canal de Santa Barbara y Carr. Federal México-Puebla) y agrícola fragmentado. Además, su adyacencia a la Carretera Federal México-Puebla refleja la influencia directa del transporte y descarta que sea un área aislada de alta productividad. Como infraestructura estratégica, el CETRAM mejorará la movilidad y reducirá emisiones sin inducir el crecimiento de la mancha urbana. Finalmente, la obra no afecta ecosistemas naturales ni vegetación forestal, e integrará medidas de mitigación para escurrimientos y residuos. Por tanto, el proyecto no promueve un cambio de suelo generalizado, urbanización descontrolada ni riesgos ambientales. En suma, el promovente propone la implementación de medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales y los riesgos a la población e instalaciones aledañas. Dichas medidas incluyen: • Manejo adecuado de los residuos • Estabilización de taludes • Manejo adecuado de las aguas residuales, ya sea a través de descarga al sistema de drenaje y alcantarillado, o a través de la

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
	contratación de terceros autorizados para su recolección y traslado. Por lo anteriormente explicado, el desarrollo del proyecto no contraviene el criterio IS13
IS14.-Sólo se permite la instalación de industria de bajo impacto ambiental.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector industrial.
IS15.-Solo se permite el uso de superficie para la disposición final de desechos sólidos si estos son producidos en el municipio o en alguno colindante, siempre que observen las normas para el tratamiento ecológico de los mismos, mediante un estudio de impacto ambiental, la vialidad de esta alternativa deberá determinarse con un programa integral de residuos sólidos.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde a la disposición final de residuos sólidos.
Sector Minería	
MI1.-Las actividades que beneficien o pretendan beneficiar minerales o sustancias estarán sujetas a la aplicación de la Ley Minera, y están obligadas a sujetarse a las disposiciones generales y normas técnicas específicas en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente. En particular, para la explotación de materiales pétreos se deberá dar cumplimiento a lo dispuesto en el Libro Cuarto del Código Administrativo del Estado de México y en la Norma Técnica Estatal Ambiental	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica el beneficio a través de minerales o sustancias.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
NTEA-002-SEGEM-2004, publicada en la Gaceta del Gobierno el lunes 8 de marzo de 2004 y que regula la exploración, explotación y transporte de materiales pétreos en el estado de México.	
MI2.-Cuando se requiera realizar el aprovechamiento en un talud, el ángulo de inclinación deberá garantizar que no se provoque mayor pérdida de suelo por erosión.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector minero.
MI3.-Los taludes deberán ser verticales con bermas intermedias en proporción 3:1 (tres unidades verticales por una horizontal), tal como lo dispone en este sentido la especificación 4.1.5 de la Norma Técnica Estatal.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que las especificaciones de los taludes están orientadas al aprovechamiento de minerales.
MI4.-No podrán efectuarse modificaciones a los cauces de los escurrimientos superficiales, con el objeto de asegurar el drenaje superficial de las aguas de lluvia, y de evitar erosiones o encharcamientos.	El proyecto no implica la modificación de cauces.
MI5.-No se podrán utilizar explosivos ni maquinaria pesada sin las autorizaciones correspondientes.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector minero.
MI6.-Una vez finalizado el aprovechamiento, se deberán prever y aplicar las medidas necesarias para evitar su explotación clandestina.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector minero.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
MI7.-La actividad minera deberá contar con una concesión del ramo otorgada por la Dirección de Minería de la Secretaría de Economía.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector minero.
MI8.-La actividad minera que se lleve a cabo deberá contar con un manifiesto de impacto ambiental emitido por la SEMARNAT o la autoridad estatal o municipal competente.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector minero.
MI9.-El derecho para realizar trabajos de exploración y explotación se suspenderá cuando éstos: 1.- pongan en peligro la integridad física de los trabajadores o de los miembros de la comunidad; 2.- causen o puedan causar daños a bienes de interés público, afectos a un servicio público o de propiedad privada.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector minero.
MI10.-Las actividades de investigación y prospección de todo tipo sobre recursos minerales deberán estar sujetos a las leyes Minera, de Medio Ambiente y otras relacionadas.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector minero.
MI11.-No se permitirá la actividad extractiva de minerales cuando se desestabilicen cerros y suelos en general, propiciando situaciones de desastre, según la Ley General de Protección Civil.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector minero.
Sector Pecuario	

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
PE3.-Se podrá producir especies forrajeras exóticas con alto valor nutricional como las leguminosas, entre ellas, la veza de invierno y el ébol, bajo las formas de achicalamiento, ensilamiento o pastoreo, además de la utilización de esquilmos agrícolas y la producción agrícola forrajera tradicional, para lograr un adecuado manejo pecuario y reducción de las superficies de libre pastoreo.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector pecuario.
PE4.-Sólo se permitirán los deshierbes con fines pecuarios, siempre y cuando sean tierras de uso agrícola.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector pecuario.
PE5.-Están prohibidas las quemas no prescritas en todo tipo de suelos agrícolas, pecuarios, forestales, agropecuarios y silvopastoriles.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector pecuario.
PE7.-Las autoridades del sector pecuario deberán realizar un proceso de reconversión de la ganadería extensiva y el libre pastoreo a estabulada o semiestabulada con procedimientos orgánicos y sustentables, o bien de sustitución de la actividad ganadera por otra u otras igual o más rentables en términos económicos o socioculturales.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
Sector Turismo	
TU1.-El desarrollo turístico deberá beneficiar directamente a las comunidades y pobladores de la región, quienes deberán ser propietarios, socios	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector turístico.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
u obtener ingresos por el uso del territorio con fines turísticos.	
TU2.-Deberá impedirse la extracción directa o alteración de cualquier recurso natural, sus productos o sus partes, en el desarrollo de toda actividad turística.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector turístico.
TU3.-Se permite la construcción de senderos interpretativos, caminos, veredas, brechas, infraestructura básica de servicios, con fines comerciales, recreativos, ecoturísticos y de esparcimiento, debiendo minimizar los impactos ambientales negativos a los ecosistemas naturales conforme lo dicte la normatividad.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector turístico.
TU4.-Se permiten las prácticas deportivas o recreativas mediante vehículos motorizados, debiendo cumplir con las normas oficiales para la emisión de ruido y contaminantes.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector turístico.
Sector Vida Silvestre	
VS1.-Quedan prohibidas todas las actividades de caza en cualquiera de sus modalidades, incluyendo las comerciales, cinegéticas y para autoconsumo.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica el aprovechamiento de vida silvestre.
VS2.-No se permite la introducción de especies que no sean nativas o propias de cada localidad. Las reintroducciones en su hábitat naturales se podrán realizar siempre y cuando se cuenten con los	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica el aprovechamiento de vida silvestre.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
estudios que las justifiquen, bajo la supervisión de SEMARNAT.	
VS3.-No se permitirá la extracción de especies animales ni vegetales y sus productos, o derivados de los ecosistemas naturales; con excepción de los que se han destinado para fines de investigación, reproducción, propagación, reintroducción y restauración, siempre con autorización de SEMARNAT.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica el aprovechamiento de vida silvestre.
VS4.-Se permitirá el establecimiento de viveros y criaderos de especies nativas con fines comerciales, de autoconsumo, investigación, restauración y ecoturismo, con el respectivo permiso de SEMARNAT o autoridad competente.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica el aprovechamiento de vida silvestre.
VS5.-Quedan prohibidas las actividades de prospección biológica con objetivos comerciales de material genético, semillas, frutos, partes vegetativas y organismos completos, siendo los dueños de los terrenos los únicos beneficiarios de su manejo y aprovechamiento, siempre que no los saquen del territorio.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica el aprovechamiento de vida silvestre.
VS6.-Quedarán prohibidos los aprovechamientos de la flora y fauna silvestre con fines comerciales.	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica el aprovechamiento de vida silvestre.
VS7.-Se permitirá el aprovechamiento de flora y fauna silvestres con fines de autoconsumo y comerciales con la	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no implica el aprovechamiento de vida silvestre.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
autorización y supervisión de SEMARNAT.	
Estrategias	
E16.-Controlar el pastoreo en zonas de reforestación.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no implica incidencia en zonas forestales.
E19.-Reforestación.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no implica incidencia en zonas forestales.
E23.-Saneamiento.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no implica incidencia en zonas forestales
E24.-Tecnificación y regularización de carboneros.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no implica el aprovechamiento de recursos forestales.
E25.-Reducir tala comunitaria para leña.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no implica incidencia en zonas forestales.
E26.-Manejo comunitario sustentable.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
E30.-Consevación de suelos.	Esta estrategia se considera particularmente vinculante con el proyecto, debido a que una de las áreas asociadas (predio destinado al CETRAM, San Buenaventura) presenta antecedentes de uso agrícola y conserva de manera residual dicha vocación. Bo

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
	obstante, el análisis de campo y cartográfico indica que: El predio se encuentra rodeado por un entorno urbano consolidado, lo que ha limitado su funcionalidad agrícola real; Presenta bajo nivel de productividad y evidencias de abandono o uso intermitente; existe alteración previa del suelo, derivada de procesos de urbanización, compactación y cambios de uso de suelo en la zona. En ese sentido, la intervención del proyecto: No implica la transformación de suelos agrícolas de alta productividad o estratégicos; No afecta sistemas agrícolas consolidados ni zonas de importancia para la producción regional; Se desarrolla en un contexto de transición funcional hacia uso urbano, consistente con la dinámica territorial observada. Así mismo el proyecto contempla medidas de manejo y mitigación orientadas a la conservación de las propiedades físicas del suelo, tales como: Control de compactación y prevención de la erosión durante el proceso de obras. Por lo anterior, si bien el criterio es aplicable, el impacto sobre la conservación de suelo se considera bajo y no significativo, dado el estado actual de perturbación y la vocación urbana predominante del área.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
E40.-Protección y manejo comunitario sustentable.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
E41.-Creación de corredores biológicos de áreas forestales actualmente aisladas.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no implica incidencia en zonas forestales.
E42.-Acciones de recuperación de suelos.	El promovente implementará las medidas de compensación derivadas del dictaminado de arbolado urbano que deba ser retirado para la construcción del carril de trolebús y catenarias. Asimismo, en las áreas intervenidas como el CETRAM se llevarán a cabo acciones de recuperación de suelos, tales como la descompactación, reposición de capa vegetal y revegetación, a fin de restablecer sus condiciones físicas y favorecer la infiltración y estabilidad del terreno.
E53.-Desarrollar y utilizar instrumentos para ordenar los usos del suelo.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
E54.-Lograr protección de áreas agrícolas que brinden importantes servicios ambientales.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
E55.-Convertir suelos agrícolas bajo presión urbana en zonas de riego.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
E56.-Fomento de conversión hacia la agricultura intensiva altamente productiva.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no corresponde al sector agrícola.
E57.-Promover la vigilancia para detectar el agua subterránea utilizada para riego.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
E58.-Manejo eficiente de sistemas de agua potable.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
E59.-Tratamiento, reúso e infiltración de aguas servidas.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
E60.-Gestión integral de residuos sólidos municipales.	El promovente llevará a cabo la gestión integral de los residuos sólidos municipales, de manejo especial y peligrosos (botes de pintura, grasas y/o lubricantes de maquinarias) generados durante las distintas etapas del proyecto, mediante su correcta segregación, almacenamiento temporal en condiciones adecuadas, recolección periódica y disposición final a través de prestadores de servicios autorizados por la autoridad competente. Asimismo, se implementarán acciones para la minimización, reutilización y reciclaje de residuos conforme a la normatividad vigente.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
E61.-Lograr congruencia entre instrumentos que determinan los usos del suelo.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
E62.-Mitigar impacto ambiental de nuevas construcciones sobre zona de recarga.	Debido a que el proyecto se desarrollará principalmente sobre vialidades previamente existentes (Autopista México–Puebla, zona de San Bárbara y otras vialidades urbanas), no se prevé la afectación directa a zonas de recarga hídrica, ya que no implica la ocupación de nuevas superficies naturales ni la modificación significativa de su capacidad de infiltración. No obstante, se contempla la construcción de una central camionera en un predio con uso actual agrícola de 18,541 m². Para este componente, el promovente implementará medidas de mitigación orientadas a minimizar la alteración de la infiltración natural del suelo, así como prevenir la contaminación del subsuelo, incluyendo: • Manejo adecuado de residuos sólidos, evitando su disposición directa sobre el suelo. • Manejo adecuado de aguas residuales, mediante su conexión al sistema de drenaje. • Consideración de superficies permeables o áreas verdes que favorezcan la infiltración pluvial.

Criterios / Estrategias	Vinculación con el proyecto
	Con estas acciones se busca reducir posibles efectos sobre la recarga de acuíferos en el área de influencia del proyecto.
E63.-Promover buena utilización de instrumentos de planeación territorial local.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.

2.2.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del Municipio de Ixtapaluca, Estado de México.

El área del proyecto incide en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) 95, 71 y 47.

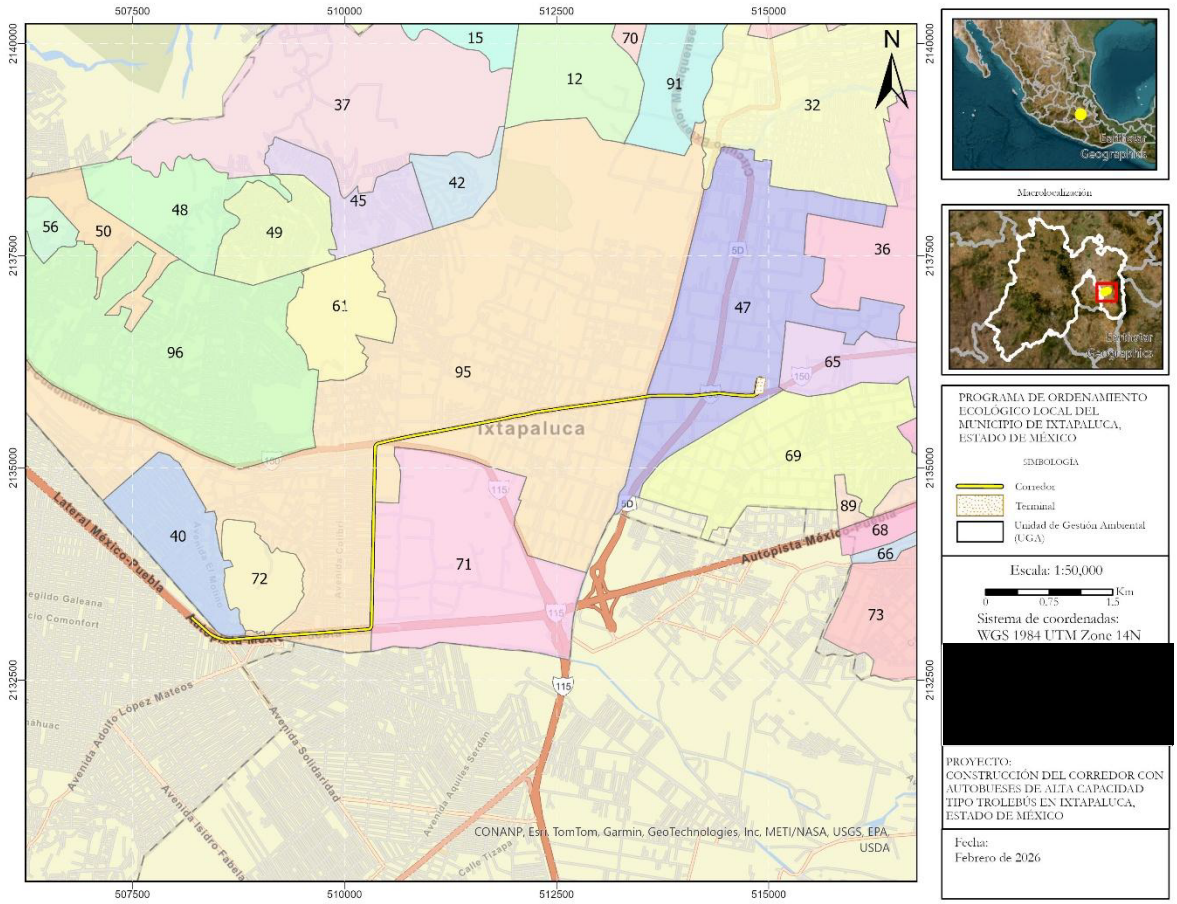


Figura 58. Ubicación del proyecto con relación a las UGAS del POEL del Municipio de Ixtapaluca.

Tabla 45. Vinculación del proyecto con los criterios de las UGAS del POEL de Ixtapaluca.

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
Administrativos (AD)					
AD2	Se priorizará la regularización de la tenencia de la tierra, si procede.	X	X	X	El proyecto no implica cambios en la tenencia de la tierra, ni apertura de nuevos asentamientos, por lo que no entra en conflicto con este criterio.
AD3.	Se regularizarán las nuevas áreas de asentamientos humanos a través de la comisión de regularización de la tenencia de la tierra.	X	X	X	El proyecto no implica cambios en la tenencia de la tierra, ni apertura de nuevos asentamientos, por lo que no entra en conflicto con este criterio.
AD3.	Se deberán revisar los límites municipales.	X	X	X	El proyecto no implica cambios en la tenencia de la tierra, ni apertura de nuevos asentamientos, por lo que no entra en conflicto con este criterio.
AD4.	Se promoverá y fomentará el uso de tecnologías alternativas para el ahorro de agua y energía.	X	X	X	La obra fomenta el uso de tecnologías sustentables, como movilidad eléctrica, lo cual se alinea con el criterio.
AD5.	Se establecerán mecanismos para garantizar la participación ciudadana	X	X	X	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es competencia del promovente.

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	en la elaboración de programas en la zona.				
AD6.	En predios y parcelas situados en dos o más UGAS, el uso de las superficies correspondientes a cada UGA se regirá por la política asignada a cada una de ellas.	X	X	X	Al ubicarse en vialidades consolidadas, el uso del suelo ya está definido conforme a las políticas de las UGA correspondientes.
AD7.	Se fomentará el rescate y protección del patrimonio cultural de los sitios arqueológicos en coordinación con el INAH.	X	X	X	El proyecto no afecta ni altera sitios de interés cultural.
AD16.	Se promoverá la creación de parques públicos, jardines, y áreas verdes dentro de las colonias y poblados, para esto se deberán plantar con especies nativas de flora, quedando restringida la disminución de la superficie de parques públicos, jardines y áreas verdes existentes en la zona urbana	X	X	X	Este criterio se cumple ya que el proyecto evita la reducción de áreas verdes y el promovente considera restitución o compensación ambiental cuando se requiera.
	Agroforestería (AF)				
AF1.	Se deberá promover la reconversión de las actividades agrícolas y	X			Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no incide en el sector

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	pecuarias a plantaciones forestales comerciales.				pecuario, agrícola o forestal.
AF2.	Se deberá promover y apoyar las plantaciones forestales comerciales como actividad alternativa	X			El proyecto no tiene como objetivo generar actividades forestales alternativas en las zonas de influencia.
AF3.	Se promoverá el uso sustentable de las áreas de producción, a través de prácticas agroecológicas que permitan un aprovechamiento permanente y más eficiente de los recursos naturales.	X			Esta estrategia no resulta vinculante con el proyecto, ya que éste no contempla actividades orientadas a la promoción el uso sustentable de las áreas de producción bajo ninguna práctica.
AF4.	Se fomentará el uso de fertilizantes y pesticidas orgánicos.	X			El promovente no utilizará agroquímicos durante las actividades de remoción de vegetación.
AF5.	Deberá existir un espacio de separación mínima entre las áreas de producción y los ecosistemas naturales donde no se utilicen productos químicos. También se deberá disponer una zona con vegetación establecida mediante la siembra o la regeneración natural	X			El proyecto no afecta ni sustituye áreas agroforestales, por lo que no contraviene este criterio.

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	entre áreas de diferentes cultivos permanentes o semipermanentes, o entre diferentes sistemas de producción.				
AF6.	Las plantaciones deberán mantener la integridad de los ecosistemas acuáticos y/o terrestres, dentro o fuera de las áreas de producción, y no se permitirá su destrucción o alteración como resultado de actividades de gestión o producción.	X			El proyecto no afecta ni sustituye áreas agroforestales, por lo que no contraviene este criterio.
AF7.	Deberán promoverse de programas de certificación ambiental de plantaciones forestales comerciales, convenios con asociaciones de las redes de Comercio Justo en México, para establecer prácticas de comercio concordadas entre productores, empresas y tiendas basadas en pagos de precios justos a los productores, transparencia en los márgenes, reducción de número de	X			Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	intermediarios, búsqueda de nuevos mercados, y respeto al medio ambiente, así como gestionar recursos de organizaciones que apoyan los esfuerzos de desarrollo sustentable.				
AF8.	Se promoverá la creación de un sello de garantía de calidad para los productos de las plantaciones forestales comerciales, que será basado en un reglamento que controle la producción en calidad y cantidad por medio del sello de aprobación de organizaciones reconocidas que promuevan un Desarrollo ambientalmente saludable, socialmente equitativo y económicamente viable.	X			Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
AF9.	Se creará y mantendrá actualizado un padrón de productores.	X			Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
AF10.	Los productores inscritos en el padrón del sector que sigan los	X			Este criterio no es vinculante con el proyecto,

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	criterios ecológicos en las prácticas de producción tendrán prioridad para acceder a los programas de certificación ambiental y apoyos.				ya que no es competencia del promovente.
AF11.	Se intensificarán acciones que permitan a los productores promover y fortalecer sus organizaciones productivas, así como concertar acciones con pequeños propietarios e inversionistas privados, tendientes a integrar sociedades en las que compartan, por igual, riesgos y beneficios en la producción, por lo que será fundamental que se actúe con apego a la legislación agraria vigente.	X			Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
AF12.	Se fomentarán aquellas iniciativas destinadas a enlazar los productores responsables con los consumidores ambientalmente conscientes.	X			Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
Desarrollo Sustentable (DS)					

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
DS1.	Se propiciará la conservación de los recursos naturales, a través del uso sustentable de sus recursos, rescatando el conocimiento tradicional que tienen los habitantes locales, y adecuando y diversificando las actividades productivas.	X	X	X	El trolebús utiliza tecnología limpia, lo que promueve un uso responsable de los recursos, alineándose con este criterio.
DS2.	Se promoverá la realización de estudios para el desarrollo de alternativas productivas para el aprovechamiento sustentable.	X	X	X	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
DS3.	Se promoverá la instrumentación de proyectos productivos alternativos a la ganadería extensiva y la agricultura existentes, como criaderos de fauna silvestre, viveros de plantas nativas, etc.	X	X	X	El Proyecto únicamente tiene como objetivo mejorar la accesibilidad y movilidad de las personas, en ese sentido, este criterio no es vinculante.
Educación ambiental (ED)					
ED1	Se elaborará un programa de capacitación de los habitantes para la adopción de métodos y	X	X	X	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	técnicas alternativas y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.				
ED2	Se establecerán los mecanismos adecuados para la divulgación de la información científica hacia la población local	X	X	X	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
ED3	Se desarrollarán talleres de capacitación y educación ambiental para los habitantes sobre actividades ecoturísticas y su enfoque hacia la conservación de los recursos naturales.	X	X	X	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
ED4	Se difundirá información del área y la importancia de la conservación en los sitios de afluencia del turismo convencional durante temporada de vacaciones, para evitar la incidencia de basura.	X	X	X	El Proyecto es una obra para uso colectivo de la población, por ende, se establecerá el uso de señalética y depósitos en puntos visibles y estratégicos para la disposición de residuos urbanos en virtud de conservar las áreas del Sistema de trolebús limpias.
ED5	Se deberán establecerse programas	X	X	X	Este criterio no es vinculante con el proyecto,

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	educativos para incorporar a la ciudadanía en el manejo ambiental urbano (basura, ruido, drenajes, erosión, etc.), a través de material educativo y cursos específicos para las condiciones de la cuenca.				ya que no es competencia del promovente.
ED6	Se fomentará la reflexión, el entendimiento y la organización de los habitantes locales a través de talleres de educación ambiental y capacitación, como un medio para que la misma población promueva la producción de bienes, servicios y bienestar sin recurrir a la degradación de los recursos naturales.	X	X	X	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
ED7	Se establecerán programas de capacitación a la población en los que se valore la importancia de la tierra y del agua, presentando alternativas de producción.	X	X	X	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
ED8	Se difundirá a través de diversos medios de comunicación, programas de cultura forestal, con la participación de las autoridades del Gobierno Federal, Estatal y Municipal e instituciones educativas y privadas.	X	X	X	Este criterio no es vinculante ya que el Proyecto pertenece al sector de transporte y no al campo forestal.
ED9	Se inducirá a la población, para que participe directamente en la conservación y administración de los recursos forestales, proporcionándoles la asesoría adecuada.	X	X	X	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto, ya que no incide sobre recursos forestales.
ED10	Se fomentará la sustitución gradual de especies exóticas por flora nativa en los programas de restauración	X	X	X	El promovente implementará las medidas de mitigación y compensación que la Autoridad determine conducentes, con la finalidad de proteger el ecosistema.
ED11	Se establecerán programas educativos y cursos específicos para incorporar a la ciudadanía en el cuidado ambiental y en el manejo	X	X	X	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	de la contaminación (agua, suelo y aire), utilizando materiales didácticos de primer nivel.				
Ecoturismo (ET)					
ET1	Se desarrollará el ecoturismo como una actividad económica alternativa para los residentes con base a estudios técnicos confiables.	X			Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que no es competencia del promovente.
ET2	Se realizará un estudio de factibilidad para establecer actividades ecoturísticas en el área.	X			Este criterio no es vinculante ya que el proyecto no pretende modificar áreas turísticas, zonas de conservación, ni tiene como principal objeto inducir el flujo turístico.
ET3	Se permitirán las actividades ecoturísticas siempre y cuando sea de manera organizada, planificada y aprobadas por las autoridades competentes, además de proveer informes periódicos a las mismas.	X			Este criterio no resulta vinculante con el proyecto, ya que éste no contempla actividades orientadas a la promoción del turismo ni genera acciones que incidan en dicho sector.
ET4	Se difundirán los sitios de importancia histórica	X			Este criterio no resulta vinculante con el proyecto,

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	y cultural, como atracciones turísticas.				ya que éste no contempla actividades orientadas a la promoción del turismo ni genera acciones que incidan en dicho sector.
ET5	Los prestadores de servicios turísticos deberán sujetarse a las disposiciones que para esta actividad fije la dirección de ecología y en su momento el reglamento que en la materia se establezca.	X			Este criterio no resulta vinculante con el proyecto, ya que éste no contempla actividades orientadas a la promoción del turismo ni genera acciones que incidan en dicho sector.
ET6	No se permitirán las actividades turísticas fuera de los sitios que se determinen en la zonificación que señale la dirección del área de protección en conjunto con el ayuntamiento.	X			Este criterio no aplica al proyecto, dado que su alcance no incluye acciones de fomento turístico ni intervenciones que modifiquen la dinámica o infraestructura asociada a esta actividad.
ET7	Todas las instalaciones turísticas y culturales que se establezcan en áreas de protección y conservación deberán tener sistemas especiales para separar basura orgánica e	X			Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que éste no tiene como objetivo incentivar, desarrollar o promover actividades turísticas, ni implica la habilitación de

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	inorgánica, así como para transportarla a sitios de disposición final autorizados o biodegradarla. Quedará absolutamente prohibido el uso de cualquier otro terreno como basurero.				infraestructura o servicios asociados a dicho sector. En consecuencia, no genera efectos directos o indirectos que requieran vinculación con este criterio.
ET8	La dirección del área protegida y el ayuntamiento podrán establecer limitaciones al número de visitantes, así como al tiempo de estancia de los mismos. Los sitios de campamento serán designados también por los mismos.	X			Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que este no tiene como objetivo promover el turismo.
ET9	Se permitirán los recorridos interpretativos, observación de flora y fauna y paseos fotográficos, guiados y con la debida acreditación.	X			Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que este no tiene como objetivo promover el turismo.
ET10	En la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento, se deberá contar con un estudio	X			La construcción y operación del Proyecto no afecta sitios de valor histórico o arqueológico.

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	previo de afectación a zonas de valor histórico, arqueológico o ecológico				Por esta razón, el criterio no es vinculante.
Ganadería (GA)					
GA1	Se promoverá la utilización del estiércol en compostas como fertilizantes orgánicos para las actividades agrícolas.	X			Este criterio no es vinculante ya que el proyecto no contempla actividades agrícolas, por lo tanto, no está relacionado con las prácticas productivas.
GA2	Se fomentarán los programas de reconversión de la ganadería a ganadería estabulada o a uso agroforestal.	X			El proyecto no contempla actividades relacionadas con la ganadería o agroforestales, por lo tanto, este criterio no es vinculante.
GA3	Se desarrollará e impulsará un programa de ganadería estabulada que incluya la alimentación, sanidad, mercado y asesoría técnica permanente.	X			Este criterio no aplica al Proyecto, dado que su alcance no incluye acciones que impulsen la ganadería.
GA4	Se desarrollarán módulos demostrativos con manejo de pastizales (pastoreo intensivo tecnificado) utilizando métodos silvopastoriles	X			Este criterio no es aplicable al Proyecto, ya que este no tiene por objetivo desarrollar módulos para promover la mejora en el manejo de pastizales, ni habilita infraestructura para

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	(establecimiento de cercos vivos, rehabilitación, siembra y conservación de especies forrajeras nativas, establecimiento de bancos de proteínas con leguminosas) y manejo semi estabulado del ganado con la producción de forrajes en traspatio a través de germinados.				la promoción de manejo semi estabulado del ganado con la producción de forrajes en traspatio a través de germinados.
GA5	Las áreas con vegetación arbustiva y pastizales con pendientes mayores a 20% sólo podrán utilizarse para el pastoreo en épocas de lluvias.	X			Este criterio no es vinculante ya que el Proyecto no contempla actividades de pastoreo, por ende, no requiere de superficies para tal fin, ni reconversión productiva y/o manejo de ganado.
GA6	Se apoyarán proyectos de reconversión productiva a UMAs y plantaciones agroforestales	X			La estrategia no aplica al proyecto, dado que su alcance no incluye acciones de apoyo de reconversión productiva a UMAs y plantaciones agroforestales.
GA7	Se promoverán las Unidades de Manejo de vida silvestre como	X			Este criterio no es vinculante ya que el Proyecto no contempla

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	actividades alternativas a la ganadería convencional, y se gestionarán recursos económicos y técnicos de capacitación para el inicio de los proyectos.				acciones referentes al manejo de Unidades de Vida Silvestre.
GA8	Todos los predios enfocados a la producción ganadera deberán reforestar el 10 % de la superficie de menor rendimiento con vegetación arbórea nativa.	X			Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no corresponde al sector ganadero.
Infraestructura (IN)					
IN	Las obras de infraestructura que se instalen en el estado deberán contar con una manifestación de impacto ambiental		X	X	El proyecto contará con una Manifestación de Impacto Ambiental, cumpliendo así con este criterio.
IN	Solo se permitirá la instalación de obras de infraestructura siempre y cuando no tengan efectos negativos sobre los ecosistemas o recursos naturales del municipio		X	X	La obra está diseñada para evitar impactos negativos sobre ecosistemas, en cumplimiento de este criterio.

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
IN	Las obras de infraestructura deberán prever medidas de mitigación por ubicarse en un área natural protegida		X	X	El Proyecto no se localiza dentro de un Área Natural Protegida, pero aun así incluye medidas de mitigación, lo que contribuye al cumplimiento de este criterio.
IN	La infraestructura carretera y las nuevas vialidades deberán mitigar los efectos negativos sobre el flujo de la fauna		X	X	El corredor se integra a vialidades existentes sin afectar corredores biológicos, cumpliendo con este criterio.
Investigación ambiental (IV)					
IV1	Se fomentará la investigación ambiental basada en criterios científicos y con un compromiso social sobre desarrollo sustentable, tecnologías para el aprovechamiento sustentable de los recursos, bioindicadores, ecología humana y salud pública, ecología del paisaje, educación y comunicación ambiental, inventario, gestión y conservación	X	X	X	Con la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, el proyecto genera información ambiental (línea base, evaluación de impactos), lo cual contribuye al conocimiento ambiental de la zona. Asimismo, el promovente desarrolló una evaluación de cambio climático, en el que se determinó que el proyecto presenta potencial para contribuir a la reducción de emisiones

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	de especies y ecosistemas, fragmentación y degradación de los ecosistemas, planificación ambiental, evaluación del impacto ambiental y restauración paisajística, cambio climático, cambio tecnológico en relación al medioambiente, geografía y medioambiente. Política y medioambiente, la contaminación atmosférica local y global, los residuos peligrosos y sustancias tóxicas; las cuencas hídricas, entre otros.				asociadas al sector transporte mediante la implementación de un sistema de movilidad eléctrica de alta capacidad. Los escenarios preliminares desarrollados indican que la operación del sistema podría representar una disminución aproximada de entre 1,667 y 5,000 automóviles particulares por día, dependiendo del nivel de captación modal alcanzado durante la operación del trolebús. La reducción potencial de vehículos convencionales representa un beneficio ambiental asociado a la disminución del consumo de combustibles fósiles, reducción de emisiones contaminantes y fortalecimiento de sistemas de movilidad sustentable dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México. El documento de la evaluación realizada, así como los mapas, se encuentran en la subcarpeta “Componentes

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
					abióticos / Cambio Climático" de la carpeta "Anexos Capítulo 3".
IV2	Se establecerán los mecanismos adecuados para la divulgación de la información científica hacia la población local	X	X	X	Facilita procesos de divulgación y transparencia sobre estudios ambientales durante su proceso de evaluación.
Turismo (TU)					
TU1	Se realizarán actividades de promoción turística, tendientes a incrementar el número de visitantes, promoviendo en forma intensiva el turismo proveniente de la ciudad de México y área metropolitana, requiriendo de una participación conjunta entre prestadores de servicios y los tres ámbitos de Gobierno		X	X	El Proyecto busca mejorar la movilidad, lo cual puede beneficiar el turismo local.
TU2	Se fomentará de manera integral el turismo de negocios		X	X	Este criterio no es vinculante ya que no pretende fomentar el turismo de negocios.
TU3	Se fomentará la creación de una feria que tenga como objetivo principal		X	X	Este criterio no es vinculante con el proyecto, ya que este no tiene como

Clave	Criterio	Unidad de Gestión (UGA)			Vinculación con Proyecto
		47	71	95	
	dar a conocer los productos forestales y agroforestales producidos en el municipio				objetivo dar a conocer los productos forestales y agroforestales producidos en el municipio.
TU4	Utilizar la producción de árboles de navidad mediante una campaña publicitaria para la conservación de los bosques de México como atrayente al turismo proveniente de la ciudad de México.		X	X	Este criterio no resulta vinculante con el proyecto, ya que éste no contempla actividades orientadas a la promoción de árboles de Navidad para atraer turismo.
TU5	Las actividades ecoturísticas serán restringidas a aquellas que son compatibles con la política de la UGA y sus usos compatibles y condicionados		X	X	Este criterio no resulta vinculante con el proyecto, ya que éste no contempla actividades orientadas a la promoción del turismo ni genera acciones que incidan en dicho sector.
TU6	Se difundirán los sitios de importancia histórica y cultural, como atracciones turísticas.		X	X	Esta estrategia no resulta vinculante con el proyecto, ya que éste no contempla actividades orientadas a la promoción del turismo ni genera acciones que incidan en dicho sector.

2.2.2 Programas y/o Planes de Desarrollo Urbano

2.2.2.1 Plan Estatal de Desarrollo Urbano (PEDU) del Estado de México

El trazo del corredor incide en una franja clasificada como Carreteras Federales, lo cual resulta compatible con el PEDU al priorizar el uso eficiente y la jerarquización de la red vial primaria para el tránsito de sistemas de transporte público masivo.

La propuesta de construir el proyecto de trolebús sobre vías de transporte como la carretera federal tiene como finalidad:

- Reducir la apertura de nueva infraestructura,
- Minimizar la fragmentación del suelo rural,
- Optimizar la conectividad intermunicipal y metropolitana.

En este sentido, la inserción del trolebús en un corredor federal consolida la función estructurante de la vialidad y evita presiones adicionales sobre áreas de menor jerarquía.

En adición el uso de transporte eléctrico contribuye a la reducción de contaminantes, incluso de manera indirecta al convertirse en una opción para la población que utiliza carros particulares. En ese sentido el proyecto contribuye a la transición hacia un modelo de movilidad sustentable y baja en carbono. Favoreciendo condiciones de accesibilidad territorial y mejorando la calidad de vida de la población del oriente del Estado de México.

Con respecto al predio destinado a la Terminal del Trolebús, este se ubica en un área clasificada como Área de Ordenamiento y Regulación (AOR) en suelo rural, caracterizada por vivienda unifamiliar de baja y muy baja densidad.

Si bien se trata de una zona de carácter rural, el PEDU reconoce que las AOR admiten usos estratégicos e infraestructura de apoyo regional, siempre que:

- No detonen procesos de urbanización desordenada,
- Se mitiguen impactos al entorno,
- Se garantice la adecuada transición entre lo urbano y lo rural.

La localización de la terminal resulta compatible en tanto se concibe como infraestructura de servicio público, con impacto regional, que no implica fraccionamiento habitacional ni cambio generalizado del uso del suelo, además de

que puede funcionar como elemento de contención del crecimiento urbano, al concentrar la infraestructura en un punto específico y regulado.

Por otro lado, el PEDU establece como objetivo central ordenar el crecimiento de los centros urbanos mediante la consolidación de corredores de movilidad y la contención de la expansión dispersa.

El proyecto de trolebús:

- Refuerza un eje estructurante de transporte,
- Mejora la relación entre zonas urbanas y rurales,
- Disminuye la presión para la expansión habitacional informal, al mejorar la accesibilidad sin necesidad de nuevos desarrollos extensivos.

Finalmente, el proyecto se inserta en la visión del PEDU de fortalecer la integración regional del oriente del Estado de México, al mejorar la conectividad de Ixtapaluca con otros municipios y con la Zona Metropolitana del Valle de México, reduciendo tiempos de traslado y promoviendo un desarrollo territorial más equilibrado.

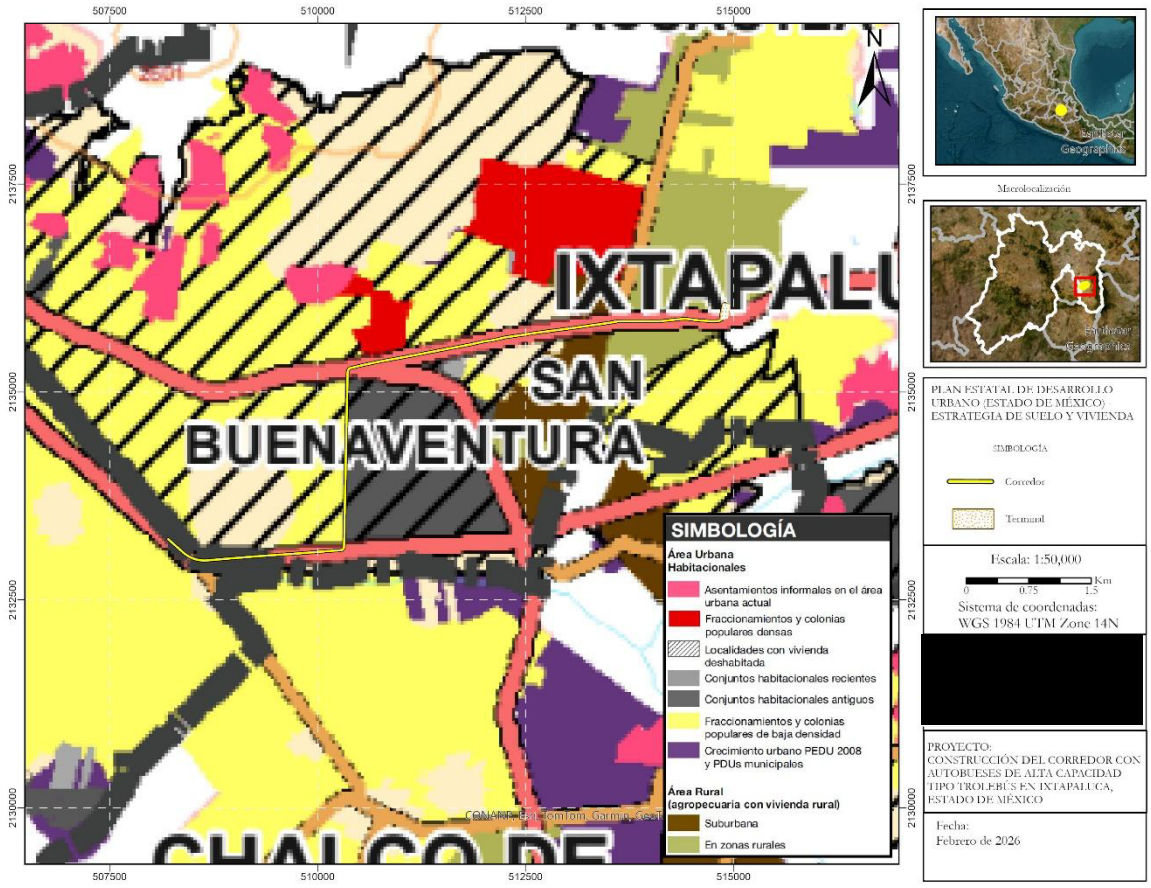


Figura 59. Estrategia de Suelo y Vivienda del Plan Estatal de Desarrollo Urbano para el área del proyecto.

2.2.2.2 Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán-Texcoco

El Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán-Texcoco es el instrumento de planeación que regula el desarrollo urbano, la movilidad, el uso del suelo y la infraestructura estratégica en la región oriente del Estado de México, con el objetivo de promover un crecimiento ordenado, mejorar la conectividad regional y fortalecer sistemas de transporte público eficientes y sustentables.

De acuerdo con la zonificación establecida en este Plan, el municipio de Ixtapaluca se reconoce como un centro urbano estratégico, caracterizado por una alta densidad de población, una creciente demanda de infraestructura de movilidad y la necesidad de fortalecer sistemas de transporte público masivo que contribuyan a la integración metropolitana y a la reducción de emisiones contaminantes.

El Proyecto integral para la construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo Trolebús en Ixtapaluca se localiza principalmente en áreas clasificadas como Área Urbana, desarrollándose sobre vialidades existentes y derechos de vía previamente consolidados, sin inducir cambios de uso de suelo ni procesos de expansión urbana hacia zonas con vocación agrícola, forestal o de conservación.

En este sentido, el proyecto es plenamente congruente con los lineamientos del Plan Regional, ya que:

- Fortalece la infraestructura de movilidad urbana, al implementar un sistema de transporte público de alta capacidad y eficiencia energética, en concordancia con las estrategias regionales de transporte sustentable.

- No se está induciendo cambio de uso de suelo ni expansión urbana hacia zonas con vocación agrícola, ya que si bien el uso de suelo del predio donde se ubicará la Terminal y el Paradero, está catalogado como agrícola, la superficie a intervenir es mínima dentro del entorno, que es predominantemente urbano y agrícola fragmentado.

- Contribuye a la reducción de emisiones contaminantes y gases de efecto invernadero, objetivo prioritario del Plan, mediante el uso de un sistema de transporte eléctrico de bajas emisiones.

- Revaloriza vialidades existentes, optimizando su funcionamiento y priorizando el transporte público sobre el transporte privado, conforme a los criterios de movilidad establecidos en el ordenamiento regional.

Asimismo, el Plan Regional establece como política fundamental la modernización del transporte público y la integración modal, particularmente en municipios con alta presión demográfica como Ixtapaluca, lo cual es atendido directamente por el proyecto al incorporar infraestructura especializada, estaciones, sistemas de operación eléctrica y elementos de accesibilidad universal.

Cabe señalar que el proyecto no contraviene la vocación del suelo establecida por el Plan Regional, ya que en menor medida implica la ocupación de áreas agrícolas

por la construcción de una obra denominada Central Terminal, la cual ocupara un área de 1.84 hectáreas. Las obras se limitan a zonas urbanizadas y se ejecutan con criterios de mínimo impacto, incorporando medidas de prevención y mitigación ambiental durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Por lo anterior, se concluye que el Proyecto integral para la construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo Trolebús en Ixtapaluca, Estado de México, se encuentra debidamente vinculado y es compatible con el Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán-Texcoco, al alinearse con sus objetivos, estrategias y políticas de desarrollo urbano, movilidad sustentable y ordenamiento territorial regional.

El área del proyecto incide en una zona catalogada como Área Urbana, mientras que el resto incide en una zona clasificada como Área Agrícola. Sin embargo, como se mencionó en la congruencia del proyecto con los lineamientos del Plan, no se está induciendo cambio de uso de suelo ni expansión urbana hacia zonas con vocación agrícola, ya que si bien el uso de suelo del predio donde se ubicará la Terminal y el Paradero, está catalogado como agrícola, la superficie a intervenir es mínima dentro del entorno, que es predominantemente urbano y agrícola fragmentado.

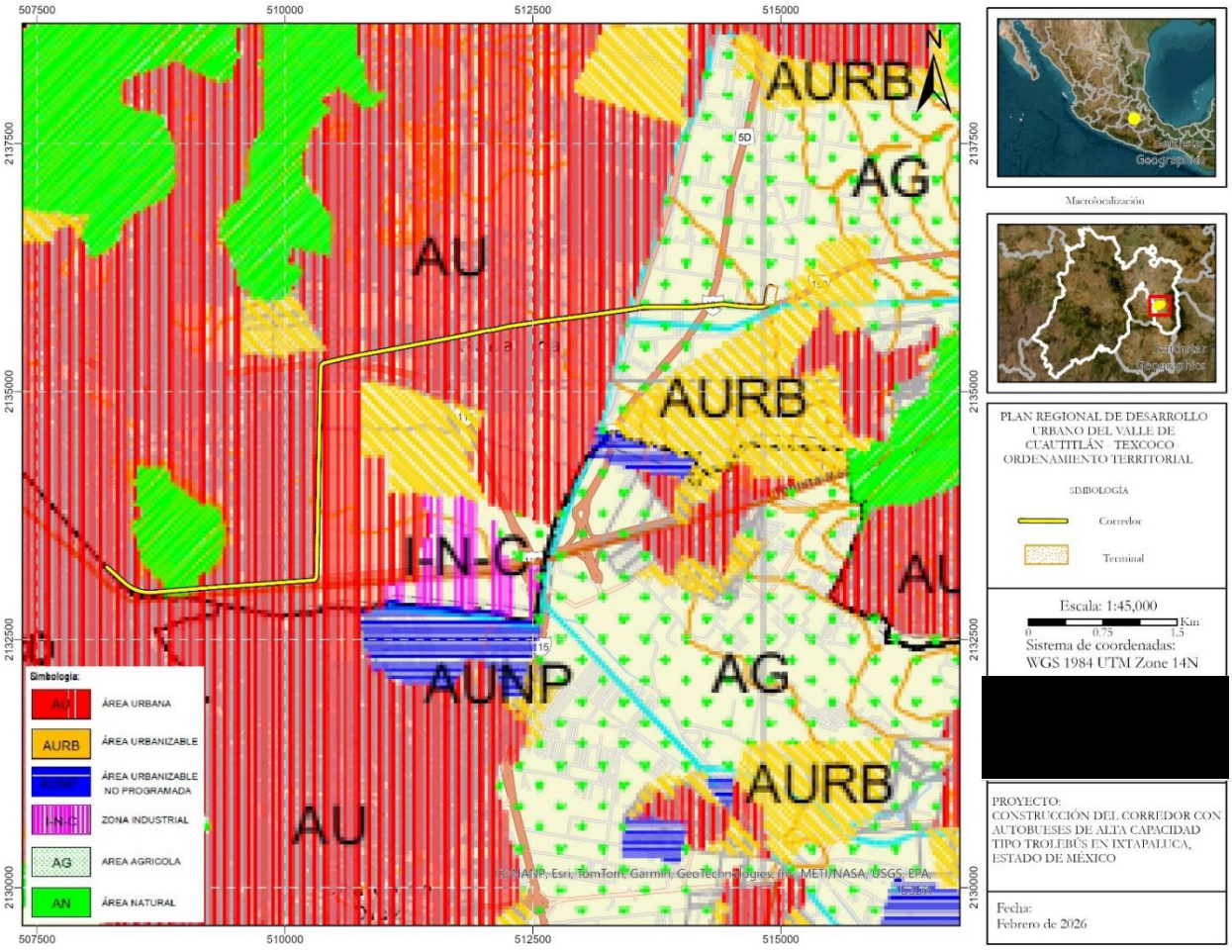


Figura 60. Ordenamiento Territorial del Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán-Texcoco para el área del proyecto.

2.2.2.3 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ixtapaluca

El trazo del corredor presenta una interacción directa con distintas zonificaciones y clasificaciones viales establecidas en los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes. En particular, una parte del trazo incide sobre la franja clasificada como autopista y otra sobre la franja correspondiente a carretera federal, ambas categorizadas como CRU-833, lo que implica la observancia de criterios específicos

de uso del suelo, secciones viales, restricciones de construcción y servidumbres asociadas a infraestructura de movilidad regional.

Asimismo, un tramo del corredor se desarrolla dentro de la franja correspondiente a la Avenida Canal Santa Bárbara, vialidad de carácter urbano que cumple funciones de conectividad local y estructuración del tejido urbano circundante, requiriendo una adecuada integración con el entorno inmediato y la gestión de interferencias durante la etapa constructiva y operativa.

Adicionalmente, se identifica un segmento del trazo que intersecta un polígono clasificado como Centro Urbano Regional (CUR), zona destinada a concentrar actividades de mayor intensidad urbana, servicios y equipamientos, lo cual representa una oportunidad de articulación funcional del proyecto con el sistema urbano regional, pero también demanda una evaluación cuidadosa de la compatibilidad de usos y de los impactos sobre la dinámica urbana existente.

Por su parte, el predio destinado a la Terminal se localiza dentro de una zona con uso de suelo habitacional densidad 100 (H100), situación que requiere un análisis específico de compatibilidad de uso, así como la definición de medidas de prevención, mitigación y manejo orientadas a minimizar posibles afectaciones a la población residente, tales como incrementos en ruido, tránsito, emisiones y cambios en la percepción del entorno urbano.

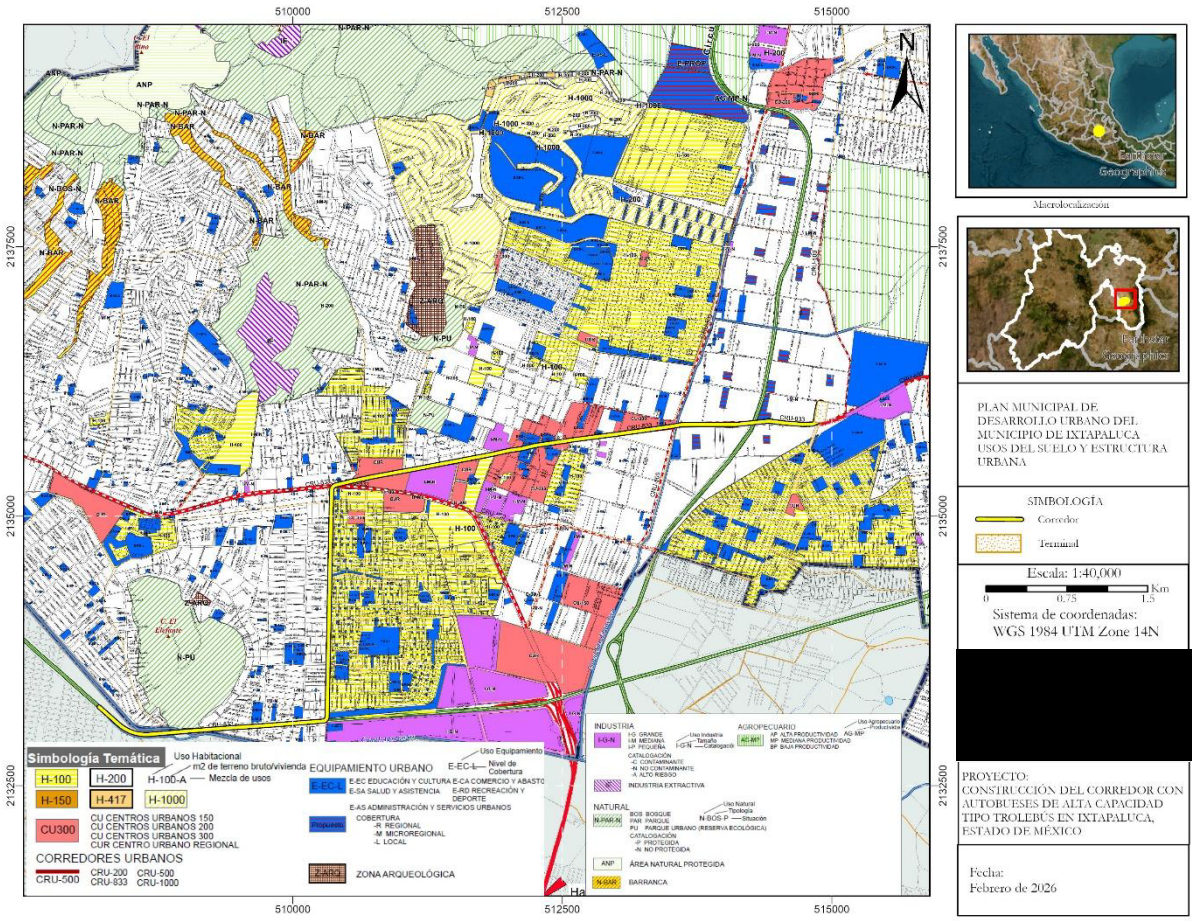


Figura 61. Usos del Suelo y Estructura Urbana del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Ixtapaluca para el área del proyecto.

De acuerdo a la Tabla de Clasificación de Usos del Suelo y Normas de Ocupación, el uso pretendido, que correspondería a Terminales de Pasajeros Urbanos, requiere una Evaluación de Impacto Estatal (antes Dictamen Único de Factibilidad).

En virtud de que la superficie pretendida es mayor a 3,000 m^2, (aproximadamente 18,500 m^2), el promovente gestionará el trámite de Evaluación de Impacto Estatal. Asimismo, solicitará su Dictamen de Uso de Suelo para obtener la aprobación por parte de las autoridades municipales.

2.2.2.4 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México (PMDUVCH)

El proyecto se vincula con lo establecido en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Chalco Solidaridad, particularmente con la zonificación CRU200A (Corredor Urbano), la cual permite la mezcla de usos habitacionales y comerciales dentro de un esquema de desarrollo urbano controlado.

En este sentido, el proyecto es congruente con dicha zonificación, en virtud de los siguientes elementos:

En primer lugar, el sistema de transporte tipo trolebús se desarrolla principalmente sobre vialidades existentes y corredores urbanos consolidados, lo que es consistente con el objeto de la zonificación CRU200A, orientada a estructurar e integrar actividades urbanas a lo largo de ejes de movilidad.

Asimismo, el proyecto no implica la generación de nuevas unidades habitacionales ni la modificación de parámetros urbanísticos, tales como:

- Superficie mínima de lote
- Densidad habitacional
- Altura de edificaciones
- Coeficientes de ocupación o utilización del suelo

Por lo tanto, no contraviene los lineamientos establecidos para:

- Lotes mínimos de 120 m²
- Frente mínimo de 7 metros
- Altura máxima de 4 niveles o 10 metros
- Desplante máximo del 80%
- Intensidad de construcción de 3.2 veces el área del lote

En segundo lugar, la naturaleza del proyecto corresponde a infraestructura de transporte público, la cual es compatible y necesaria dentro de los corredores urbanos, ya que:

- Fortalece la conectividad
- Facilita la movilidad de la población
- Reduce la presión sobre la infraestructura vial existente

Adicionalmente, el proyecto no induce procesos de urbanización no planificada, sino que se integra a la dinámica urbana existente, contribuyendo al ordenamiento territorial y al aprovechamiento eficiente del espacio urbano.

Finalmente, la implementación del sistema de trolebús fortalece la funcionalidad del corredor urbano, al mejorar la accesibilidad, promover el transporte sustentable y reducir impactos ambientales asociados al transporte convencional.

Por lo anterior, se concluye que el proyecto es compatible y congruente con la zonificación CRU200A del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Chalco Solidaridad, al no contravenir sus disposiciones normativas y contribuir a los objetivos de ordenamiento y movilidad establecidos en dicho instrumento.

2.2.3 Incidencia en Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Se precisa que el proyecto NO incide en ninguna zona catalogada como Área Natural Protegida (ANP) a nivel federal, estatal o municipal. Lo anterior se puede constatar en los siguientes apartados.

2.2.3.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

De conformidad con la revisión de la cartografía oficial y los instrumentos de planeación ambiental aplicables, se determina que el área de influencia directa del proyecto no presenta intersección con ninguna zona catalogada como Área Natural Protegida (ANP), ya sea de carácter federal o estatal, por lo que no se prevén restricciones directas asociadas a este tipo de figuras de conservación.

No obstante, lo anterior, el Área Natural Protegida Federal Lago Tláhuac-Xico, reconocida por su relevancia ecológica y por la provisión de servicios ambientales a escala regional, se localiza aproximadamente a 4.2 km al oeste del área del proyecto. La distancia sugiere que no existe una afectación directa, sin embargo, el proyecto, al ofrecer un servicio eléctrico, contribuye a mejorar la calidad ambiental (aire, suelo, escurrimientos superficiales) y disminuyendo la presión acumulativa por el número de autos y transportes colectivos en mal estado.

En el mismo sentido, se implementarán medidas de manejo ambiental adecuadas durante las etapas de construcción para contribuir a garantizar que el proyecto se mantenga compatible con los objetivos de conservación del entorno regional y no genere efectos adversos sobre áreas de importancia biológica cercanas.

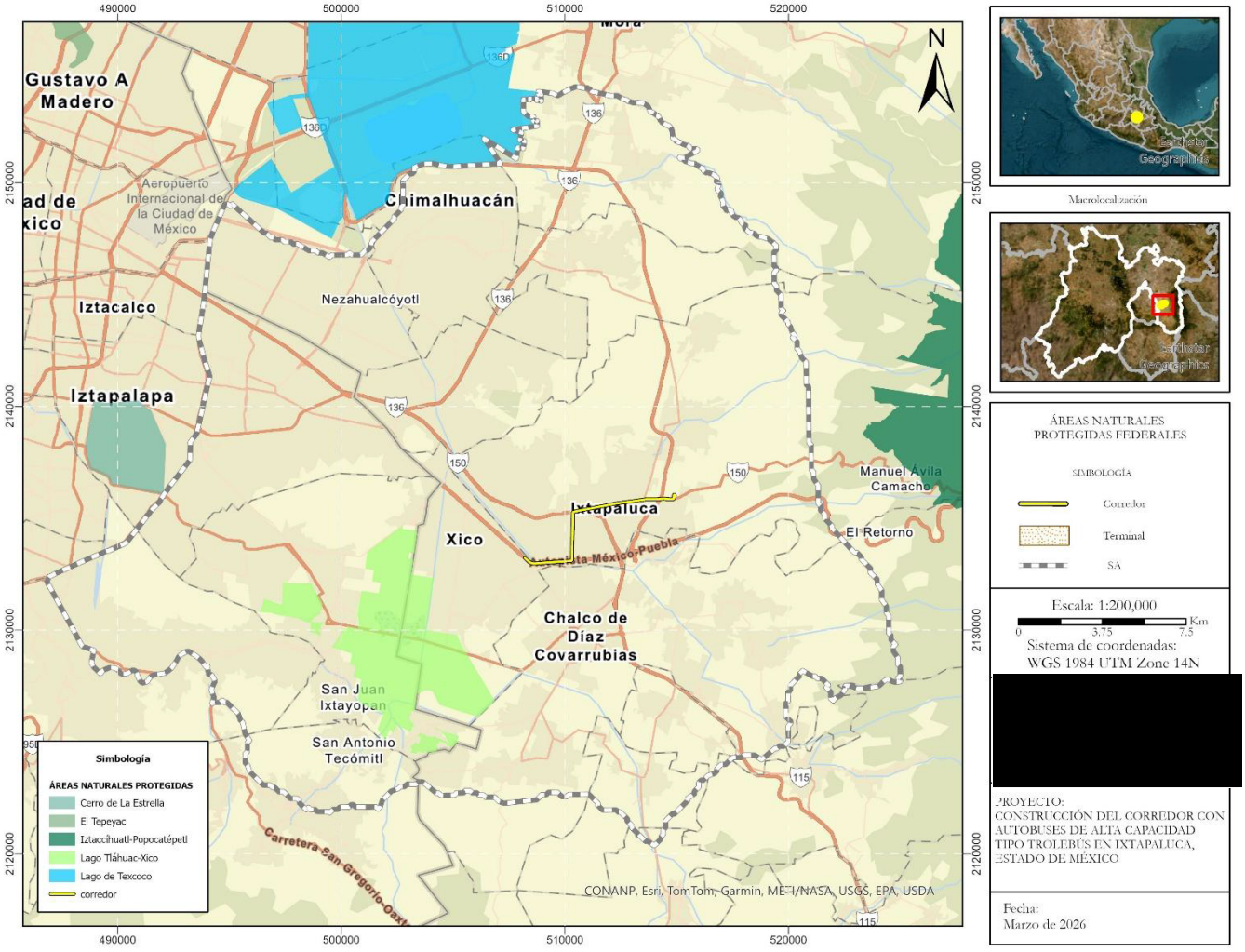


Figura 62. Área Natural Protegida Federal Lago Tláhuac-Xico

En lo referente a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter estatal, la más cercana al área del proyecto corresponde al Parque Estatal Santuario del Agua Lagunas de Xico, el cual se localiza aproximadamente a 3.6 km al suroeste del trazo proyectado del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús.

De acuerdo con la localización del proyecto, la naturaleza de las obras y su desarrollo sobre vialidades urbanas existentes, se determina que no existe coincidencia espacial ni traslape entre el área del proyecto y los límites del Parque Estatal, ni con su zona de amortiguamiento. Asimismo, la distancia entre ambos polígonos es suficiente para descartar una influencia ambiental directa, temporal o permanente, sobre los ecosistemas, cuerpos de agua, flora o fauna protegida dentro del área natural.

El proyecto no contempla actividades de desmonte, cambio de uso de suelo, extracción de materiales o descargas de contaminantes que puedan generar impactos indirectos acumulativos o sinérgicos sobre el Santuario del Agua Lagunas de Xico. Durante las etapas de construcción y operación, se implementarán medidas de prevención y mitigación ambiental orientadas a controlar emisiones, escurrimientos y generación de residuos, las cuales se encuentran circunscritas al ámbito urbano inmediato del proyecto.

Por lo anterior, se concluye que el Proyecto integral para la construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca, Estado de México, no contraviene los objetivos de conservación, manejo y protección del Parque Estatal Santuario del Agua Lagunas de Xico, ni representa un riesgo para su integridad ambiental, por lo que resulta jurídica y ambientalmente compatible con este instrumento de conservación estatal.

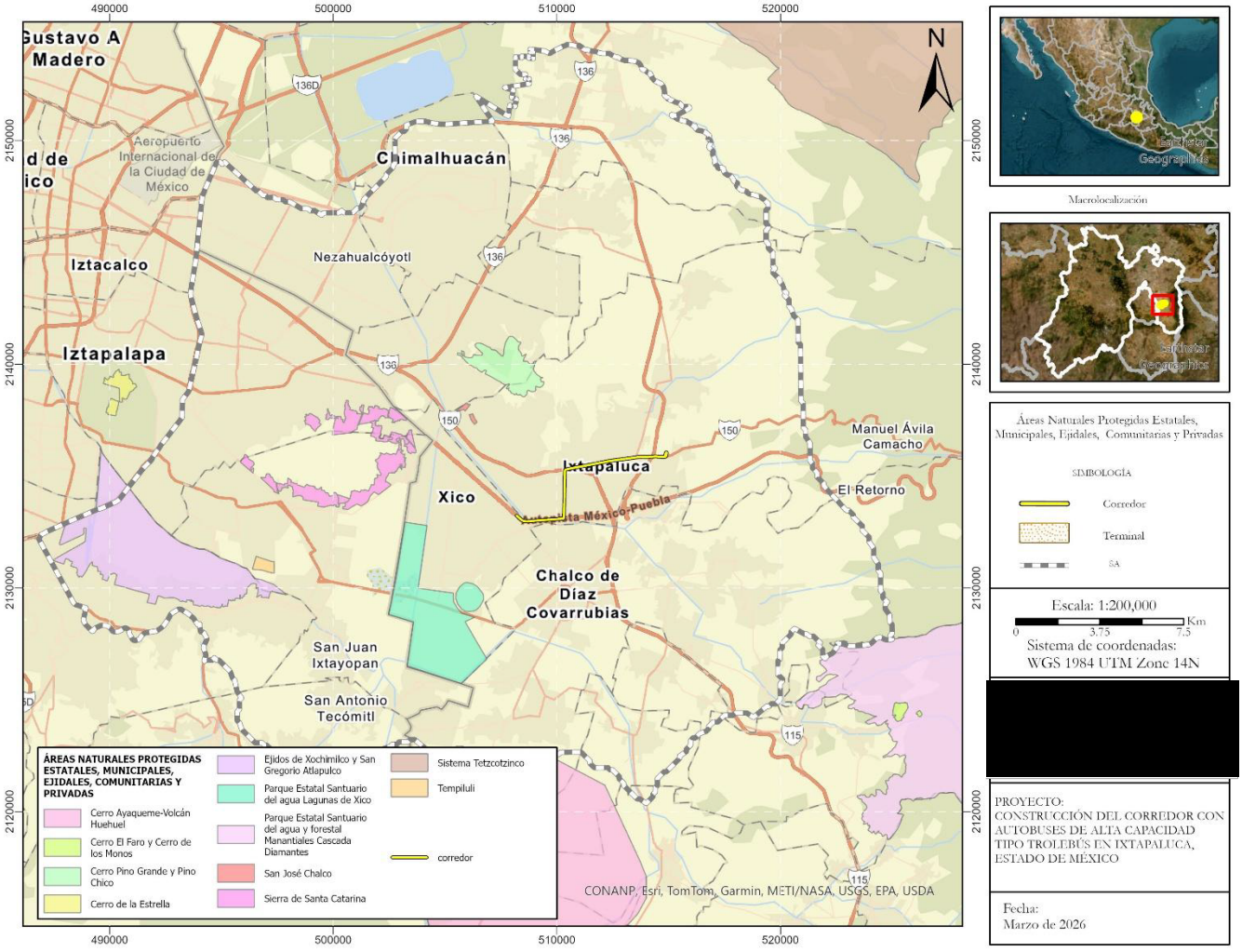


Figura 63. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) Estatales, Municipales, Ejidales, Comunitarias y Privadas.

2.2.3.2 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) son superficies terrestres o acuáticas en las que los propietarios o legítimos poseedores han

decidido destinar voluntariamente a la conservación y manejo sustentable de los recursos naturales, contribuyendo a la preservación de la biodiversidad.

Con base en el análisis de localización del proyecto, se identificó que el ADVC más cercana corresponde a “Teltalcolulco Lugar Sagrado Santa Isabel Chalma”, la cual se ubica aproximadamente a 20 km al sureste del área del proyecto.

Debido a la distancia existente entre el sitio del proyecto y dicha área destinada a la conservación, así como a la naturaleza urbana de las obras propuestas (infraestructura para el sistema de trolebús, catenarias y CETRAM), no se prevé la generación de impactos ambientales directos sobre esta ADVC, tales como modificación de cobertura vegetal, fragmentación de hábitat o alteraciones en la estructura ecológica.

Asimismo, se considera que los impactos indirectos, como emisiones, ruido o generación de residuos, no alcanzarán una magnitud ni un alcance espacial que pudiera afectar los objetivos de conservación del ADVC, dado el contexto urbano del proyecto y la separación territorial existente.

Por lo anterior, se concluye que el desarrollo del proyecto es compatible con la conservación de las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación cercanas, no comprometiendo su integridad ecológica ni los servicios ambientales que proveen.

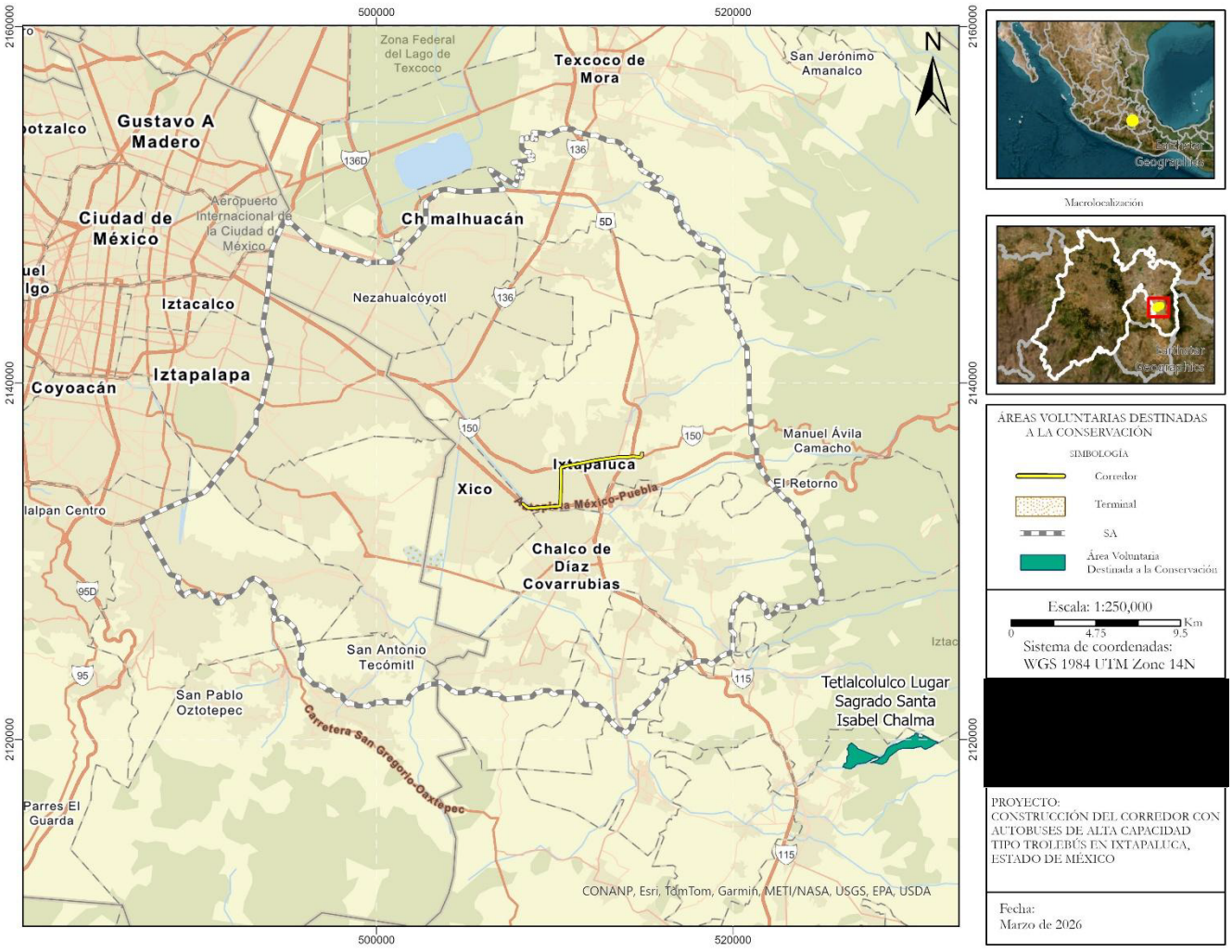


Figura 64. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Voluntarias Destinadas a la Conservación.

2.2.4 Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

2.2.4.1 NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

En virtud de que el promovente descargará las aguas residuales generadas durante el desarrollo de las actividades del proyecto, hacia el sistema de drenaje y alcantarillado municipal, implementará medidas para que la carga de contaminantes presentes en las descargas de aguas residuales no rebase los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma.

2.2.4.2 NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

El promovente implementará un programa de mantenimiento a los vehículos utilizados para el desarrollo de las actividades del proyecto, y que usen gasolina como combustible, para que sus emisiones a la atmósfera no superen los límites máximos permisibles de gases contaminantes expuestos en la presente Norma.

2.2.4.3 NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

El promovente implementará un programa de mantenimiento a los vehículos utilizados para el desarrollo de las actividades del proyecto, y que usen diésel como combustible, para que sus emisiones a la atmósfera no superen los límites máximos permisibles de gases contaminantes expuestos en la presente Norma.

2.2.4.4 NOM-048-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes de escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.

El promovente implementará un programa de mantenimiento a los vehículos utilizados para el desarrollo de las actividades del proyecto, y que usen gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible, para que sus emisiones hidrocarburos, monóxido de carbono y humo a la atmósfera no superen los límites máximos permisibles de gases contaminantes expuestos en la presente Norma.

2.2.4.5 NOM-050-SEMARNAT-2018, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

El promovente implementará un programa de mantenimiento a los vehículos utilizados para el desarrollo de las actividades del proyecto, y que usen gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, para que sus emisiones de gases contaminantes no superen los límites máximos permisibles de gases contaminantes expuestos en la presente Norma.

2.2.4.6 NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

2.2.4.7 Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

El promovente implementará un programa preventivo a los vehículos utilizados para el desarrollo de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones del proyecto, para que cumplan con los límites

máximos permisibles establecidos en esta Norma; dichos límites se expresan en dB(A) de acuerdo al peso bruto de los vehículos:

- Hasta 3,000 Kg: 86 dB (A)
- Más de 3,000 y hasta 10,000 Kg: 92 dB (A)
- Más de 10,000 Kg: 99 dB (A)

2.2.4.8 Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

El promovente observará y acatará los lineamientos establecidos en esta Norma, relativos a la identificación y clasificación de los residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las actividades del proyecto. Incluirá dichos lineamientos en el Plan de Manejo de Residuos que desarrollará. En adición, es necesario establecer que durante las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, de manejo especial y, en menor medida, residuos peligrosos asociados principalmente al mantenimiento de maquinaria.

En la etapa de construcción, los residuos predominantes corresponderán a materiales pétreos producto de excavaciones, así como empaques y residuos sólidos urbanos generados por el personal. Estos serán separados, acopiados temporalmente en contenedores adecuados y dispuestos en sitios autorizados por la autoridad competente.

En cuanto a los residuos peligrosos, tales como aceites usados, estopas impregnadas y envases contaminados, estos serán manejados conforme a la normatividad aplicable, mediante almacenamiento temporal en áreas acondicionadas y su posterior entrega a empresas autorizadas para su transporte y disposición final.

Respecto a las emisiones a la atmósfera, durante la etapa de construcción se generarán emisiones de polvo y gases de combustión provenientes de maquinaria y vehículos, las cuales serán de carácter temporal y local. Se implementarán medidas de mitigación como riego de superficies, control de velocidades y mantenimiento preventivo de equipos.

Durante la etapa de operación, el sistema de transporte tipo trolebús no generará emisiones directas a la atmósfera, al tratarse de un sistema eléctrico, contribuyendo a la reducción de contaminantes en la zona del proyecto.

2.2.4.9 Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

El promovente considerará los criterios establecidos en la presente Norma en la clasificación de los residuos de manejo especial que se generen durante el desarrollo de las actividades del proyecto. Asimismo, los incluirá en el Plan de Manejo de Residuos que generará.

2.2.5 Indígena.

En el área del proyecto no hay incidencia sobre poblaciones indígenas. En el municipio se identifican 10,208 personas de cinco años y más, hablantes de lengua indígena, predominando náhuatl, lenguas mixtecas, mazateco, zapotecas, mixe y otomí.

2.2.6 Otros instrumentos jurídicos

2.2.6.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030 es un instrumento de política ambiental a nivel nacional que guía los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Los objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. A través de ese documento se pretende reafirmar el compromiso del Gobierno con el pueblo de México de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista.

Para alcanzar sus objetivos, el PND se conforma sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales que estructuran la política pública en su conjunto, estos se refieren a continuación:

- **Cien compromisos para el Segundo Piso de la Transformación**
- **Diagnóstico**
    - Eje general 1: Gobernanza con justicia y participación ciudadana
    - Eje general 2: Desarrollo con Bienestar y humanismo
    - Eje general 3: Economía moral y trabajo
    - Eje general 4: Desarrollo Sustentable
    - Eje transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres
    - Eje transversal 2.: Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional
    - Eje transversal 3: Derechos de las comunidades indígenas y afroamericanas.
- **Objetivos y estrategias**

Tomando como base la estructura del PND uno de los cien compromisos del gobierno federal para mejorar la calidad de vida de las y los mexicanos es el realizar las acciones necesarias para el desarrollo de una ***XI. República próspera y conectada***, para ello, el PND asume el compromiso de continuar con la "Construcción y ampliación de carreteras, caminos y puentes", así como, la "Construcción de distribuidores y obras viales urbanas. Con estas acciones se pretende disminuir la brecha de desigualdad que caracteriza a 17,770 asentamientos irregulares, los cuales carecen de infraestructura de calidad y regulación en temas de movilidad y transporte.

Bajo ese contexto, el PND propone una serie de objetivos y estrategias que son vinculantes con del *"Proyecto Integral para la Construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca, Estado de México"*. A continuación, se refiere como las obras y actividades propuestas en esta

Manifestación de Impacto Ambiental contribuyen de manera positiva a alcanzar los objetivos en el rubro de infraestructura y movilidad del PND.

Tabla 46. Vinculación del proyecto con el Plan nacional de Desarrollo.

Objetivo 2.10: Promover entornos públicos justos y adaptativos mediante la planificación de espacios rurales y urbanos, con el objetivo de reducir las disparidades en el acceso a oportunidades y servicios entre diferentes regiones y comunidades del país.		**Vinculación**
Estrategia 2.10.1	*Dotar a la población mexicana de infraestructura para la movilidad y el transporte público que facilite el tránsito de personas y bienes de manera accesible, sostenible, segura y eficiente, priorizando la intermodalidad en sistemas urbanos y rurales.*	**Contribución al bienestar social a través de mejorar la movilidad.** Este objetivo establece como prioridad mejorar las condiciones de vida de la población mediante infraestructura pública. En ese sentido el corredor del trolebús concuerda con lo establecido en este objetivo ya que aporta: ➢ Reducción en tiempos de traslado para trabajadores que viajan entre el Oriente del Estado de México y la zona metropolitana. ➢ Mayor accesibilidad del transporte público para comunidades con menor acceso a infraestructura de movilidad. ➢ Mejora en la seguridad y calidad del servicio

Objetivo 2.10: Promover entornos públicos justos y adaptativos mediante la planificación de espacios rurales y urbanos, con el objetivo de reducir las disparidades en el acceso a oportunidades y servicios entre diferentes regiones y comunidades del país.		Vinculación
		Esto se vincula con el objetivo de garantizar servicios públicos que promuevan el bienestar social

Objetivo 3.7: Mejorar la movilidad de personas y mercancías en todo el territorio nacional y transfronterizo, incrementando		Vinculación
Estrategia 3.7.1	*Incrementar la conectividad entre regiones para mejorar el acceso a comunidades aisladas y promover el desarrollo de centros poblacionales, económicos y turísticos, integrando el ordenamiento territorial con criterios de movilidad sustentable, segura, accesible e incluyente, que contribuyan al bienestar regional, al comercio interno y transfronterizo, y al turismo.*	Desarrollo regional y conectividad metropolitana. El proyecto también se vincula con la estrategia del plan que busca fortalecer la conectividad regional y el desarrollo equilibrado de las zonas metropolitanas. El corredor permitirá: ➢ Integrar a Ixtapaluca y municipios del oriente del Estado de México al sistema de transporte metropolitano. ➢ Reducir la desigualdad territorial en infraestructura de movilidad.

Objetivo 3.7: Mejorar la movilidad de personas y mercancías en todo el territorio nacional y transfronterizo, incrementando		Vinculación
		➢ Impulsar la actividad económica local al mejorar la conectividad.
Estrategia 3.7.2	*Fomentar la construcción, modernización y conservación de la infraestructura de transporte para garantizar la movilidad de personas, bienes, servicios y turistas nacionales e internacionales, asegurando condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad.*	El uso de trolebús (transporte eléctrico) es congruente con este objetivo ya que además de construir infraestructura de transporte moderno, incluyente y seguro, también contribuye a: ➢ Disminuir emisiones de gases contaminantes. ➢ Mejorar la calidad de aire en la zona metropolitana. ➢ Promover tecnologías de transporte limpio.

En resumen, el proyecto se vincula con los objetivos del PND al promover la infraestructura de movilidad sustentable que contribuya al bienestar social, la reducción de emisiones contaminantes y el fortalecimiento de la conectividad metropolitana. Asimismo, favorece la transición hacia sistemas de transporte público eficientes y de bajas emisiones, en concordancia con las estrategias nacionales de desarrollo urbano sostenible.

2.2.6.2 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México

El Plan de Desarrollo del Estado de México (PDEM) 2023-2029 es un instrumento rector de la planeación estatal en el que se expresan las prioridades, objetivos, estrategias y líneas de acción en materia de gobierno, bienestar social, ambiental y desarrollo económico, para promover y fomentar el desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de la población, orientando la acción pública hacia ese fin. Tiene como fundamento legal el artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el cual establece que el Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la

independencia y la democratización política, social y cultural de la nación. Además, en el artículo 139 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México, que establece que: *"El desarrollo de la entidad se sustenta en el Sistema Estatal de Planeación Democrática,…, que tiene como base el Plan de Desarrollo del Estado de México"*. Así como el Artículo 2, 16, 17, 18 y 22 de la Ley de Planeación y el 23 y 24 de su Reglamento.

El documento está estructurado sobre siete ejes definidos por el Gobierno del estado para atender los problemas que persisten a la entidad. De estos site ejes, a cuatro se les denominó "Ejes del Cambio" y a tres "Ejes Transversales".

- Eje 1. Cero corrupción y gobierno del pueblo y para el pueblo. "Estado de Derecho y austeridad";
- Eje 2. Bienestar ambiental y acceso universal al agua. "Preservación y promoción ecológica";
- **Eje 3. Empleo digno y desarrollo económico. "Inclusión para el bienestar y la prosperidad";**
- Eje 4. Bienestar Social. "Combate a la pobreza y atención a grupos en situación de vulnerabilidad";
- Eje Transversal 1. Igualdad de género;
- Eje Transversal 2. Construcción de la paz y seguridad;
- Eje Transversal 3. Cumplimiento a los objetivos de Desarrollo sostenible.

Cada eje se diseñó a partir de un diagnóstico crítico sobre la situación actual de los principales retos que enfrenta el Estado de México y de la problemática que los conforma. Una vez presentados dichos diagnósticos, se integraron los objetivos, estrategias y líneas de acción correspondientes.

Los objetivos representan las metas que se buscan alcanzar en los próximos años para atender, de manera realista y medible, las problemáticas identificadas en cada eje, dentro de un periodo determinado. A partir de estos objetivos se desprenden las estrategias, que funcionan como rutas de acción que orientan la forma en que habrán de resolverse los retos detectados. Finalmente, las líneas de acción describen las actividades específicas que las dependencias y entidades ejecutarán para mejorar tanto la situación actual como las condiciones futuras del tema abordado.

Por otra parte, el diagnóstico incluye un análisis de las características generales del Estado de México. En materia económica, la entidad se posiciona como un punto clave para el comercio nacional, ocupando el segundo lugar a nivel nacional, lo que la convierte en una de las regiones de mayor relevancia económica del país.

La división político-administrativa corresponde a 125 municipios agrupados en siete zonas y 19 regiones que se integran en función de las vocaciones productivas de cada uno, así como de la territorialización de las políticas que buscan fortalecer el desarrollo de las comunidades y atender las principales necesidades municipales.

Un aspecto fundamental del PDEM es la división regional de la entidad, compuesta por siete zonas (Oriente, Noriente, Centro, Norte, Valle de Toluca, Sur y Sureste), que a su vez contendrán 19 regiones (Chalco, Ixtapaluca, Texcoco, Nezahualcóyotl, Ecatepec, Tecámac, Zumpango, Tultitlán, Tlalnepantla, Nicolás Romero, Jilotepec, Ixtlahuaca, Valle de Bravo, Toluca, Naucalpan, Lerma, Tenancingo, Sultepec y Tejupilco). En este marco, el *Proyecto Integral para la Construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca, Estado de México* se ubica en la Zona: Oriente, compuesta por las siguientes regiones:

> Región 1: Chalco. Con los municipios de: Amecameca, Atlautla, Ayapango, Chalco, Cocotitlán, Ecatzingo, Juchitepec, Ozumba, Temamatla, Tenango del Aire, Tepetlixpa y Tlalmanalco.
>
> **Región 2: Ixtapaluca.** Con los municipios de: Ixtapaluca, La Paz y Valle de Chalco Solidaridad.
>
> Región 3: Texcoco. Con los municipios de: Atenco, Chiautla, Chicoloapan, Chiconcuac, Chimalhuacán, Papalotla, Tepetlaoxtoc, Texcoco y Tezoyuca.
>
> Región 4: Nezahualcóyotl. Con el municipio de: Nezahualcóyotl.

En ese orden de ideas, es necesario reconocer que, derivado de la creciente demanda de vivienda en las diferentes regiones, también se han intensificado los retos para garantizar una adecuada calidad de vida para la población.

Entre los desafíos mar relevantes se encuentran: la accesibilidad a bienes y servicios, la provisión de suelo apto para vivienda, el ordenamiento del territorio, la movilidad, la calidad del aire y del medio ambiente, el combate a la pobreza y la atención a grupos en situación de vulnerabilidad.

Por ende, resulta imperativo que los diversos sectores de la sociedad participen de manera activa proponiendo proyectos que contribuyan a los esfuerzos del gobierno,

con el fin de asegurar que las personas puedan vivir con dignidad, trabajar, acceder a servicios públicos, trasladarse con seguridad y disfrutar plenamente del territorio.

En ese sentido, el apartado f. Movilidad segura y de calidad del Eje III Empleo Digno y Desarrollo Económico del PDEM, resalta el acceso a la movilidad como un derecho humano donde el centro de las políticas públicas son el ser humano y el medio ambiente, privilegiando la jerarquía de la movilidad que otorga a peatones, ciclistas y al transporte público el mayor rango de importancia. Se considera un derecho humano de carácter fundamental, no solo porque es valioso en sí mismo, sino también porque su ejercicio efectivo permite hacer realidad a otros derechos humanos.

Las personas necesitan desplazarse de un lugar a otro de manera segura y eficiente, ya sea para acudir a sus centros de trabajo, recibir atención médica, adquirir bienes, asistir a la escuela o simplemente realizar actividades propias de su estilo de vida. Por ello, la movilidad, como derecho humano, obliga al gobierno a generar políticas que garanticen condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad, sin importar la condición o género de las personas. Todo esto debe realizarse a través de una red estructurada de transporte y vialidad que permita la convivencia segura de modos eficientes, favorezca la intermodalidad, impulse la competitividad y minimice los costos socioeconómicos y los impactos ambientales.

Considerando lo anterior, desde hace varios años se identificó la necesidad de inducir cambios en los hábitos individuales con consecuencias negativas para el ambiente y la comunidad. Para lo anterior se recurrió a la concientización y sensibilización sobre ponderar el uso de modos alternos de movilidad antes que los medios privados motorizados. Sin embargo, los resultados no han sido los esperados por la falta de articulación entre el desarrollo urbano y la movilidad, así como, por el incremento desproporcionado de automóviles que no ha estado acompañado por la infraestructura vial requerida, ni por el mejoramiento de los sistemas de transporte público masivo y no motorizado.

Dado que existe una simbiosis entre la movilidad y el desarrollo urbano, es necesario que el estado garantice a la población los elementos claves para asegurar que el ejercicio del derecho humano a la movilidad se derive de una visión integral del desarrollo urbano, que permita contar con la infraestructura indispensable y que a su vez estos elementos hagan posible que el estado de México planeé y gestione la movilidad urbana a través de estrategias enfocadas a reducir el uso de automóvil, mejorar el transporte público y la infraestructura ciclista y peatonal.

Aunque el Estado de México cuenta con una amplia infraestructura vial, la situación actual de la movilidad —particularmente en las zonas metropolitanas— es consecuencia de haber privilegiado durante décadas el transporte individual por encima del colectivo. Esto ha derivado en tiempos de traslado prolongados y en una insuficiente oferta de transporte masivo de calidad. En varias regiones, los tiempos de viaje pueden incrementarse de forma considerable, registrándose traslados de hasta 180 minutos en distancias menores a 16 kilómetros debido a la congestión vehicular. Esta problemática se agrava con el crecimiento del parque vehicular privado, que incrementa aún más la congestión y, al mismo tiempo, contribuye al deterioro de la calidad del aire.

La relación entre la movilidad urbana y sus efectos en el medio ambiente y en la salud de los habitantes de las metrópolis es estrecha, ya que el crecimiento de la Zona Metropolitana del Valle de México, y en particular de los 59 municipios mexiquenses que la integran, la convierte en la más contaminada del país y con la mayor cantidad de gases de efecto invernadero. En este sentido, cabe apuntar que siendo considerada la más grande y compleja del país, la emisión de contaminantes que alteran la calidad del aire está directamente asociada a las actividades de la población.

Bajo ese contexto, el PDEM propone que dar una atención especializada a cada región en virtud de que responda a las necesidades de cada centro de población o área metropolitana, beneficiando la movilidad eléctrica y respetando la jerarquía de movilidad. Por lo tanto, es indispensable sumarse a la creación de un sistema unificado de transporte, que brinde servicio a las principales zonas de dispersión de la población y que se desarrolle atendiendo expectativas de la población, es decir, que sea seguro, limpio, eficiente y con una capacidad adecuada.

Pese a que ya existe la iniciativa, las principales problemáticas que enfrenta el Estado en cuanto a infraestructura vial para la movilidad son sus características orográficas y su dispersión territorial, lo que limita la construcción de nuevas vialidades o la ampliación de las existentes. Esta situación implica promover nuevos sistemas alternos de carreteras y transporte. A la par de la creación de nuevas carreteras, también es necesaria la rehabilitación de caminos, puesto que son primordiales para la comunicación de localidades y las cabeceras municipales en las que se concentran la mayoría de los servicios básicos como: alimentación, salud, educación, esparcimiento y centros administrativos.

Por lo antes expuesto el apartado f. Movilidad segura y de calidad del Eje III Empleo Digno y Desarrollo Económico propone lo siguiente:

"(…)

Objetivo

3.6 Brindar una movilidad segura, digna y eficiente.

Estrategia

3.6.3. Integrar un transporte metropolitano para atender las necesidades de viaje multimodal.

3.6.3.7 Crear 20 corredores de mediana capacidad con operación profesionalizada, recaudo electrónico, infraestructura digna y la mejor tecnología de autobuses disponible."

(…)"

Vinculación: El Proyecto Integral para la Construcción del Corredor con Autobuses de Alta Capacidad tipo Trolebús en Ixtapaluca presenta una vinculación directa y estratégica con el apartado f. Movilidad segura y de calidad del Eje III. Empleo Digno y Desarrollo Económico del PDEM, ya que contribuye al cumplimiento del objetivo 3.6: Brindar una movilidad segura, digna y eficiente, y particularmente a la Estrategia 3.6.3, orientada a integrar un transporte metropolitano que atienda las necesidades de un sistema multimodal.

En primer lugar, el proyecto coincide con la visión del PDEM que concibe la movilidad como un derecho humano fundamental, cuya garantía permite el ejercicio efectivo de otros derechos como el trabajo, la salud, la educación y el esparcimiento. Al ofrecer un sistema de transporte eléctrico, masivo, accesible y seguro, el corredor contribuye directamente a que la población cuente con medios confiables para desplazarse hacia sus actividades cotidianas, reduciendo tiempos de viaje, costos de traslado y condiciones de inseguridad vial.

Asimismo, el corredor aborda uno de los retos centrales que identifica el PDEM: la necesidad de reorientar los patrones de movilidad hacia modos sustentables, debido a la insuficiencia de la infraestructura existente, el crecimiento desordenado del parque vehicular privado y la falta de articulación histórica entre el desarrollo urbano y el transporte público. El trolebús de alta capacidad representa una alternativa eficaz para desincentivar el uso del automóvil, especialmente en zonas de alta densidad poblacional como la región oriente del Estado de México, donde

los traslados pueden superar los 180 minutos en distancias cortas debido a la congestión vial.

El proyecto también contribuye a reducir el impacto ambiental asociado a la movilidad, alineándose con la obligación gubernamental de promover sistemas sostenibles. La Zona Metropolitana del Valle de México, particularmente los municipios mexiquenses que la integran, es la región con mayores emisiones contaminantes del país. En este contexto, la operación de un corredor eléctrico, de cero emisiones directas, aporta beneficios tangibles como la reducción de gases de efecto invernadero, la mejora de la calidad del aire y la disminución de contaminantes criterio asociados al transporte motorizado privado.

De manera adicional, el trolebús fortalece la red de transporte público al ofrecer un sistema intermodal, profesionalizado y con tecnología moderna, cumpliendo con el mandato específico del PDEM de crear 20 corredores de mediana capacidad con operación profesionalizada, recaudo electrónico e infraestructura digna. El proyecto se suma a los esfuerzos por consolidar un sistema metropolitano unificado que responda a las necesidades de las principales zonas de dispersión poblacional, integrándose con los modos existentes y facilitando transbordos más eficientes, seguros y rápidos.

El corredor también responde a la problemática estructural derivada de la orografía y dispersión territorial del estado, factores que limitan la ampliación de infraestructura vial tradicional. Ante esta realidad, el proyecto se posiciona como una solución viable y estratégica, ya que aprovecha los corredores urbanos existentes, reduce la necesidad de nuevas vialidades de gran extensión y, simultáneamente, mejora las condiciones de movilidad mediante infraestructura específica para el transporte masivo eléctrico.

Finalmente, el proyecto del trolebús representa un componente central para avanzar hacia una movilidad urbana integral, cumpliendo los principios del PDEM al privilegiar la jerarquía de movilidad, promover la eficiencia energética, garantizar accesibilidad universal y favorecer un desarrollo urbano más ordenado, equitativo y sostenible. Su implementación constituye una acción directa que materializa la visión estatal de transición hacia sistemas de movilidad más limpios, seguros, eficientes y centrados en las personas.

Aunado a lo anterior el PDEM contempla el apartado II. Proyectos prioritarios de los cuales uno se vinculan directamente con el *Proyecto Integral para la Construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca, Estado de México* y se refieren a continuación:

> ***II. Proyectos prioritarios***
>
> ***Transportes urbanos de vanguardia***
>
> ***Este proyecto impulsa un transporte suficiente, eficiente, seguro y no contaminante, que reduzca los tiempos de traslado y los costos de viaje.*** *Las acciones propuestas son de impacto metropolitano y regional, particularmente se expandirá el sistema Mexicable y Mexibús, además de la modernización de las principales estaciones de transferencia modal (ETRAM) y la implementación de Corredores Naturales Colibrí con flota moderna y operación profesionalizada.*

<u>Lo subrayado es propio</u>

Vinculación: El *Proyecto Integral para la Construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca, Estado de México* se alinea plenamente con este proyecto prioritario “Transportes urbanos de vanguardia”, al incorporar un sistema de transporte modernos, eficiente y ambientalmente sostenible.

Este tipo de infraestructura contribuye de manera directa a la reducción de emisiones contaminantes, al sustituir paulatinamente unidades con motores de combustión por vehículos eléctricos de cero emisiones. Esto favorece la mejora de la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, una región que es reconocida por los altos niveles de contaminación atmosférica. Asimismo, el uso de trolebuses de alta capacidad disminuye las emisiones de carbono del sector transporte y se alinea con los compromisos estatales y nacionales en materia de mitigación del cambio climático.

Al mismo tiempo, el proyecto responde al objetivo de modernizar el sistema de transporte público, al ofrecer un servicio eficiente, seguro y accesible que reduce los tiempos de traslado y costos operativos. La incorporación de infraestructura para el funcionamiento del proyecto como: corredores confinados, red eléctrica para la alimentación de los autobuses, estaciones y tecnología para su correcto funcionamiento, contribuye a fortalecer la movilidad regional y metropolitana, preferentemente en zonas de alta demanda como la **Región. 2 Ixtapaluca** y su área de influencia.

2.2.6.3 Plan de Desarrollo Municipal Ixtapaluca 2025-2027

El Plan de Desarrollo Municipal de Ixtapaluca (PDMI) es el mapa rector de la planeación demográfica, en él se plantea un diagnóstico y contexto de Ixtapaluca, también contiene las prioridades, objetivos estrategias y líneas de acción en todas las ramas del ejercicio gubernamental.

El PDMI se estructura en siete ejes orientadores, definidos conforme a la metodología de la planeación democrática y a los criterios generales para la elaboración de los Planes de Desarrollo Municipal 2025–2027. Con base en este marco, el plan responde a las problemáticas y necesidades planteadas por la ciudadanía, así como a aquellas identificadas mediante el proceso de diagnóstico.

Este documento rector tiene cuatro ejes denominados: “Ejes de cambio” y tres “Ejes transversales” los cuales son:

Eje 1. Cero corrupción y Gobierno del pueblo y para el pueblo. “Estado de Derecho y austeridad”;

Eje 2. Bienestar ambiental y acceso universal al agua “Preservación y promoción ecológica”;

Eje 3. Empleo digno y desarrollo económico: “Inclusión para el bienestar y la prosperidad”,

Eje 4: Bienestar social: “Combate a la pobreza y atención a grupos en situación de vulnerabilidad.”.

Eje Transversal 1. Igualdad de género.

Eje Transversal 2. Construcción de la paz y seguridad.

Eje Transversal 3. Cumplimiento a los objetivos de Desarrollo Sostenible.

Este PDMI encuentra su base normativa en el Artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), el cual establece que:

“(…)

Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad

de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

(…)"

Además, el Artículo 26 de la CPEUM dispone que el Estado debe organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y democratización política, social y cultural de la nación. Esto con el fin de recabar las demandas de la población en general, las cuales deben ser incluidas en los planes y programas municipales. En estricta concordancia con lo anterior, la Ley de Planeación en su Artículo 1, menciona que dicho ordenamiento se deben establecer las bases de la participación y consulta ciudadana a través de sus actores sociales. Asimismo, la misma Ley en su Artículo 3 menciona que mediante la planeación se fijarán objetivos, metas, estrategias, y prioridades, así como los criterios basados en estudios de factibilidad cultural; se asignaran recursos, responsabilidades y tiempos de ejecución, se coordinarán acciones y se evaluaran resultados.

En el orden estatal sobresale la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México, ya que en su artículo 112, establece que la base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado es el municipio libre. Las facultades que la Constitución Federal y la legislación local otorgan al Gobierno Municipal serán ejercidas por el Ayuntamiento de manera exclusiva, sin que exista autoridad intermedia entre éste y el Gobierno del Estado.

Es importante destacar que el Ayuntamiento, como órgano máximo de gobierno, es responsable de aprobar el Plan de Desarrollo Municipal, el cual constituye el instrumento rector para el ordenamiento y la conducción de las políticas del gobierno local.

Asimismo, el artículo 139 de la Constitución Local regula el Sistema Estatal de Planeación Democrática, integrado por los planes y programas formulados por las autoridades estatales y municipales. Dicho sistema debe contemplar el análisis de la problemática pública con base en la realidad objetiva, los indicadores de desarrollo social y humano, así como la definición general de objetivos para la

elaboración de los planes, programas y acciones que guiarán el ejercicio de las funciones públicas, su control y evaluación.

Para su adecuada integración, el sistema debe considerar la participación del sector público, privado y social, garantizando mecanismos de retroalimentación permanente.

En cuanto al orden municipal el Plan se sujeta a la Ley de Planeación del Estado de México y Municipios, Reglamento de la Ley de Planeación del Estado de México y Municipios, la Ley Orgánica y demás disposiciones aplicables en los artículos 72, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 133 y 134 del Bando Municipal de Ixtapaluca.

Bajo ese contexto, los objetivos que se alinean con el *"Proyecto Integral para la Construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca, Estado de México"*., son los siguientes:

> ***"EJE 3. EMPLEO DIGNO Y DESARROLLO ECONÓMICO. "INCLUSIÓN PARA EL BIENESTAR Y LA PROSPERIDAD***
>
> ***F. MOVILIDAD SEGURA Y DE CALIDAD***
>
> ***Concesiones de Transporte Público***
>
> ***El transporte público en el territorio municipal es importante para el desplazamiento de la población*** *que día con día se traslada a sus centros de empleo, salud, educación y comercio, además de ser más económico que el uso de vehículos privados, en especial para aquellos que no pueden comprar un vehículo.* ***El transporte público puede ayudar a reducir la exclusión social y promover la igualdad de oportunidades, además de que puede reducir el estrés y fatiga por el uso de vehículos privados.***
>
> *En el municipio se implementó el uso del "Transporte Rosa" en beneficio de las mujeres, niños y personas de la tercera edad, dentro de la ruta 98 y 28 interestatal, beneficiando a más de 500 usuarias que hoy viajan seguras a través de estas rutas.*

El transporte público puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad de vida de los habitantes, *es por ello que las unidades que prestan el servicio deben estar en constante revisión para mantenerlas en condiciones favorables para la ciudadanía y el medio ambiente.*

Otro beneficio de utilizar el transporte público es evitar la congestión vial y mejorar el tránsito*, sin embargo, se ha tenido un aumento de vehículos particulares y motos muy considerable a comparación de años anteriores, …"*

Vinculación: El *"Proyecto Integral para la Construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca, Estado de México"* se alinea de manera directa con los principios establecidos en el Eje 3. Empleo Digno y Desarrollo Económico: Inclusión para el Bienestar y la Prosperidad, particularmente en el apartado F. Movilidad Segura y de Calidad.

Este Eje reconoce que el transporte público es un componente esencial para la movilidad cotidiana de la población, permitiendo su acceso a centros de trabajo, salud, educación y comercio, además de fomentar la igualdad de uso mediante un servicio accesible y económico. Asimismo, subraya la importancia de contar con sistemas ambientalmente responsables, capaces de reducir las emisiones contaminantes y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

En ese sentido, el proyecto del corredor tipo trolebús es plenamente congruente con los objetivos del Eje 3, ya que propone una alternativa rápida, segura, accesible y sustentable para el desplazamiento de la ciudadanía. Al ofrecer un sistema de transporte moderno y eficiente, se incentiva la reducción del uso de vehículos particulares, contribuyendo así a disminuir la congestión vial, mejorar el tránsito y reducir las emisiones de gases contaminantes. Esto, a su vez, genera beneficios ambientales y sociales que fortalecen la calidad de vida de las y los habitantes del municipio, en coherencia con los principios de movilidad segura y de calidad establecidos en el propio Eje.

De manera particular, el proyecto se alinea con el Eje Transversal 3, con el cual se pretende dar cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), compromiso a su vez asumido por el Gobierno Federal, por lo que los tres niveles de Gobierno deben estar encaminados a su cumplimiento. En ese sentido, el

Municipio de Ixtapaluca establece Programas Presupuestarios para atender cada uno de los objetivos referidos.

Por otro lado, la movilidad eficiente es una necesidad y prioridad para el Proyecto de Gobierno Municipal 2025-2027, por lo cual en conjunto con los tres órdenes de Gobierno se busca implementar un transporte público eficiente y limpio, que permita la movilidad de la sociedad de Ixtapaluca a la zona metropolitana de la CDMX tomando en consideración que una gran cantidad de personas se trasladan diariamente.

Por tal motivo, el proyecto se vincula con el Programa de Modernización de la Movilidad y el Transporte Terrestre, establecido para dar cumplimiento al ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, ya que busca mejorar la movilidad urbana, garantizar un transporte público seguro y eficiente, fomentar el desarrollo sostenible, reducir la huella ambiental y mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio. Lo anterior se logrará al incorporar camiones tipo trolebús los cuales utilizan energía eléctrica, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

2.2.7 Atlas de Riesgos

De acuerdo con el mapa de peligro por caída de materiales volcánicos, el área del proyecto se ubica en la zona clasificada como Zona 3, que sería la menos afectada por la caída de arena volcánica y pómez. No habría caída durante erupciones pequeñas, aunque pueden acumularse decenas de centímetros durante erupciones muy grandes. En ese sentido, el promovente implementará un programa de mantenimiento, en el que se incluirá el retiro de material volcánico en caso de que incida en el área del proyecto, con la finalidad de evitar afectaciones hacia la infraestructura, el ambiente y/o las personas que circulen por el corredor.

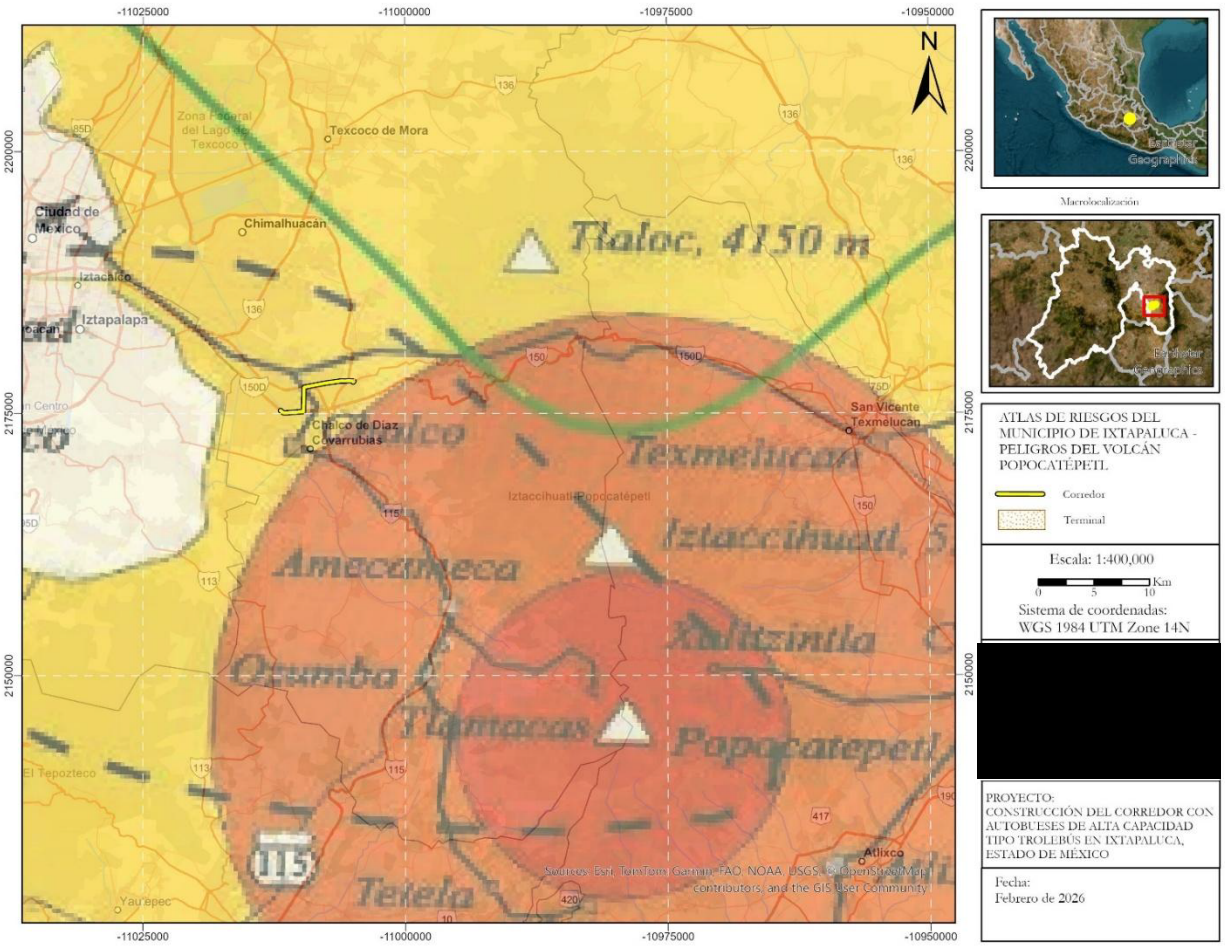


Figura 65. Peligros del Volcán Popocatépetl del Atlas de Riesgos del municipio de Ixtapaluca para el área del proyecto.

De acuerdo con la cartografía de riesgos identificada en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ixtapaluca, el área de influencia directa del proyecto se localiza parcialmente dentro de una zona con presencia de falla geológica, lo que constituye un factor de riesgo geotécnico relevante que deberá ser considerado en las etapas de diseño, construcción y operación, mediante estudios especializados y la adopción de criterios de ingeniería adecuados.

Asimismo, en áreas aledañas al trazo del corredor se identifican puntos de riesgo químico, asociados principalmente a estaciones de suministro de combustible (gasolinerías) y a otros sitios de almacenamiento y manejo de sustancias químicas, cuya proximidad requiere una evaluación específica de riesgos tecnológicos, así como la implementación de medidas preventivas y de seguridad orientadas a reducir la probabilidad de incidentes y a mitigar posibles efectos sobre la infraestructura proyectada y la población circundante.

En lo que respecta a los riesgos hidrometeorológicos, se tienen identificados en las inmediaciones del área del proyecto diversos puntos que han presentado antecedentes de inundación, lo cual sugiere condiciones de vulnerabilidad asociadas a la capacidad de conducción del drenaje pluvial, a la topografía local y a eventos de precipitación intensa.

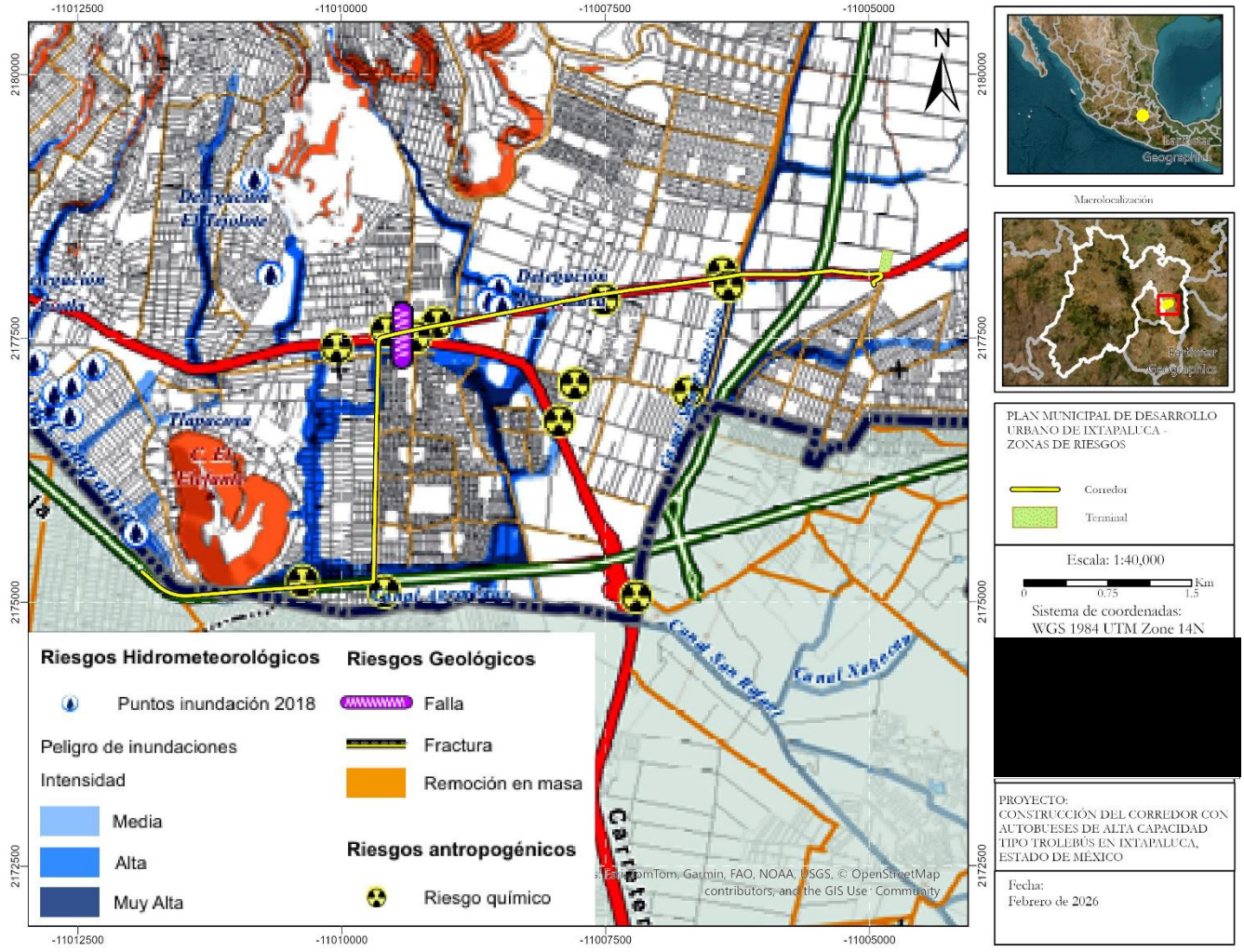


Figura 66. Zonas de Riesgos de acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ixtapaluca para el área del proyecto.

Para eliminar los riesgos ocasionados por la hipotética ocurrencia de un evento, como por ejemplo, una explosión o un derrame de sustancias peligrosas, el promovente implementará un Programa Interno de Protección Civil, en el que se establecerán las acciones a realizar para controlar los efectos ocasionados por la liberación de las sustancias referidas.

Para prevenir y controlar riesgos por inundación las cubiertas de las estaciones presentan configuración geométrica curva que permite el desalojo del agua pluvial por gravedad hacia la superficie de rodamiento de los carriles confinados del sistema de trolebús. Dichos carriles forman parte del sistema vial diseñado con pendientes longitudinales y transversales que conducen el escurrimiento hacia la infraestructura de drenaje pluvial existente, por lo que no se generarán descargas directas al suelo natural ni acumulaciones superficiales.

2.3 Zonas de importancia biológica y/o ecológica

2.3.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El área del proyecto no se localiza dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria (RTP) definida por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

La RTP más cercana corresponde a la denominada Sierra Nevada, la cual se ubica aproximadamente a 8 km al este del sitio del proyecto. Esta región ha sido identificada por su alta relevancia biológica debido a la presencia de ecosistemas bien conservados, importantes gradientes altitudinales y una elevada diversidad de especies de flora y fauna.

No obstante, debido a la distancia existente entre el área del proyecto y dicha RTP, así como a la naturaleza y escala de las actividades previstas, no se prevé la generación de impactos directos sobre sus componentes ecológicos.

Asimismo, se considera que el proyecto no interfiere con corredores biológicos relevantes ni con procesos ecológicos clave asociados a la RTP Sierra Nevada, por lo que la influencia del proyecto se limita al ámbito local, sin comprometer la integridad ecológica de esta región prioritaria.

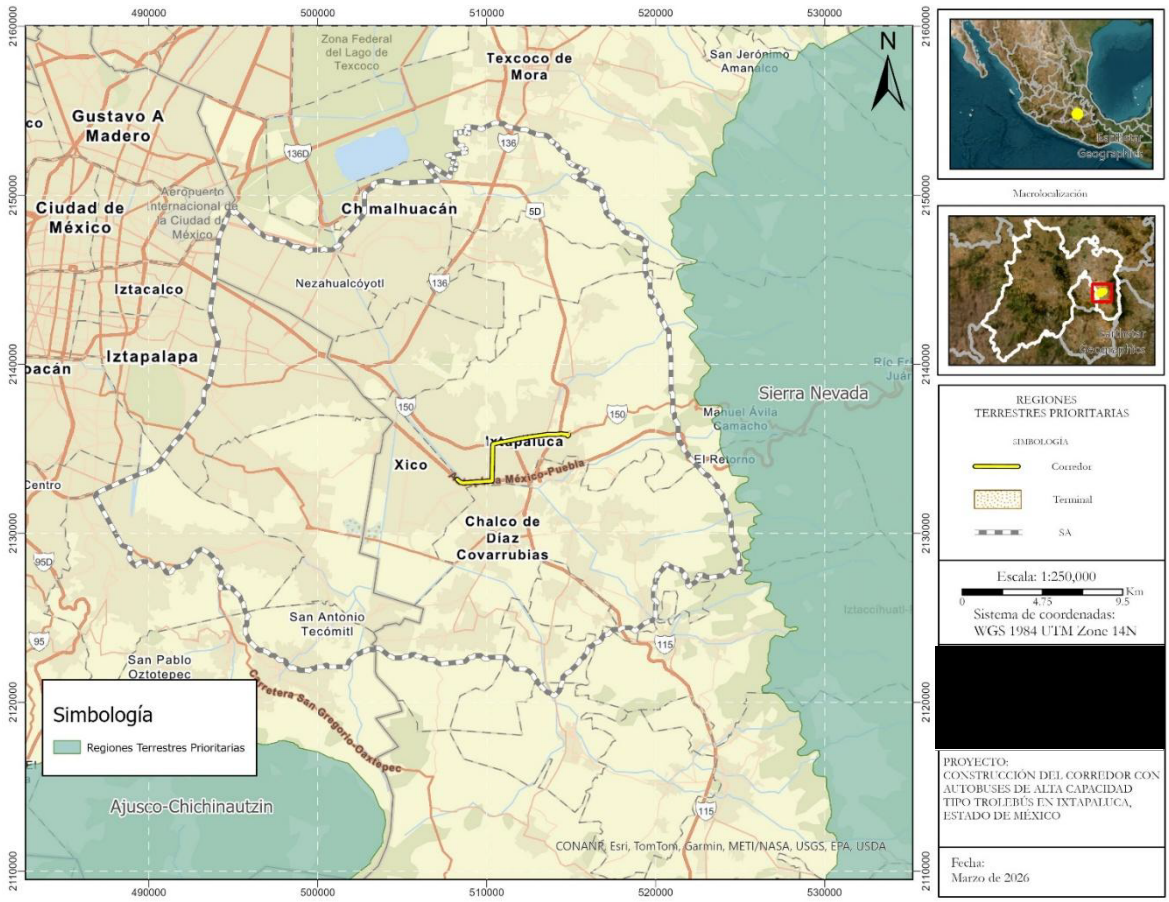


Figura 67. Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

2.3.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) son áreas identificadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) por su relevancia para la conservación de los recursos hídricos, la biodiversidad asociada y los servicios ambientales que proporcionan, tales como la recarga de acuíferos, el mantenimiento de ecosistemas acuáticos y la regulación hidrológica.

De acuerdo con el análisis de ubicación del proyecto, la totalidad del área se localiza dentro de la Región Hidrológica Prioritaria denominada “Remanentes del complejo

lacustre de la Cuenca de México”, la cual se caracteriza por la presencia histórica de cuerpos de agua, zonas de humedales remanentes y áreas con importancia para la recarga hídrica y la conservación de ecosistemas acuáticos.

No obstante, es importante señalar que el proyecto se desarrolla en un entorno altamente urbanizado, donde las condiciones naturales de la región han sido modificadas significativamente por procesos de crecimiento urbano e infraestructura existente.

En este sentido, las actividades del proyecto (construcción y operación de carril confinado para trolebús, instalación de catenarias y desarrollo de CETRAM) no implican la intervención directa sobre cuerpos de agua, humedales o zonas de recarga naturales remanentes, por lo que no se prevén afectaciones directas a los elementos hidrológicos prioritarios que motivaron la designación de la región.

Asimismo, se prevé que los impactos indirectos, tales como la generación de residuos, escurrimientos o emisiones, serán de carácter local y controlados mediante la implementación de medidas de mitigación, evitando su influencia sobre la dinámica hidrológica regional.

Por lo anterior, se concluye que el proyecto no compromete los objetivos de conservación de la Región Hidrológica Prioritaria, al no afectar de manera significativa los procesos hidrológicos ni los ecosistemas asociados.

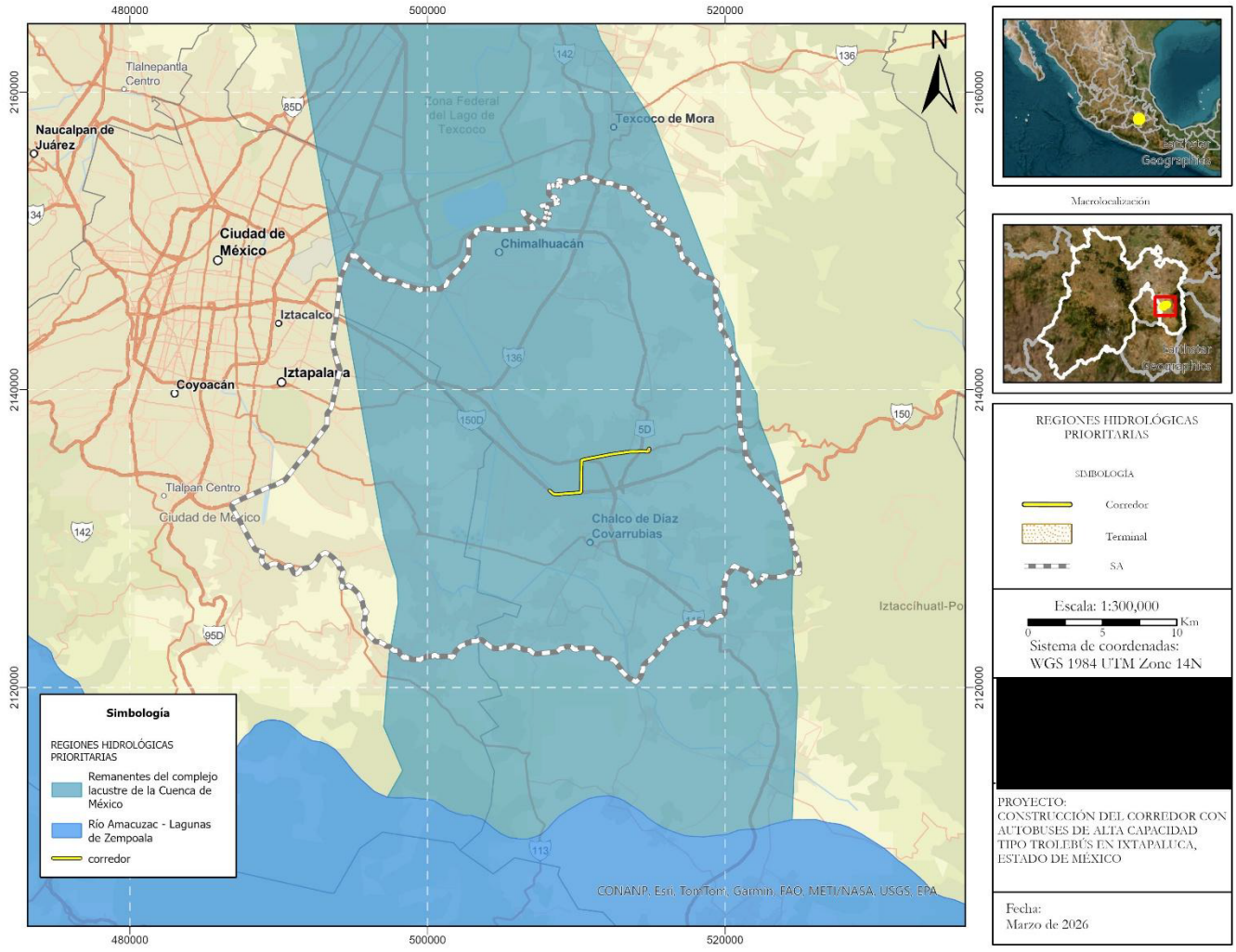


Figura 68. Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

En virtud de que es un ecosistema que presenta modificación del entorno, contaminación y uso de recursos, con la desaparición de gran parte de los endemismos, se recomienda censar y conservar los que aún existen, se requiere mayores estudios en cuanto al funcionamiento de las aguas subterráneas.

En ese sentido, el promovente, como parte de la caracterización del medio biótico en la presente MIA, se incluye un análisis de la biodiversidad presente en el área del proyecto, su área de influencia y su Región Ecológica, contribuyendo de esta manera a conocer los recursos aún existentes.

2.3.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El área del proyecto no se localiza dentro de alguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), de acuerdo con la regionalización establecida por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y BirdLife International.

La AICA más cercana corresponde a la denominada “Ciénega de Tláhuac”, ubicada aproximadamente a 3.9 km al suroeste del sitio del proyecto. Esta zona se caracteriza por la presencia de humedales de alta relevancia ecológica, que funcionan como hábitat crítico para diversas especies de aves residentes y migratorias, incluyendo especies acuáticas y algunas con estatus de protección conforme a la normatividad ambiental vigente.

No obstante, considerando la distancia entre el área del proyecto y dicha AICA, así como las características del proyecto y su área de influencia, no se prevé la generación de impactos directos sobre las poblaciones de avifauna asociadas a esta región prioritaria.

Adicionalmente, el proyecto no implica la modificación de cuerpos de agua, humedales, ni de hábitats clave vinculados a las dinámicas ecológicas de la Ciénega de Tláhuac, por lo que no se anticipan afectaciones indirectas significativas, tales como alteraciones en rutas de desplazamiento, sitios de alimentación o reproducción de las especies de aves.

En este sentido, se considera que la ejecución del proyecto no compromete la integridad ecológica ni la funcionalidad del AICA Ciénega de Tláhuac, limitando su influencia al ámbito local.

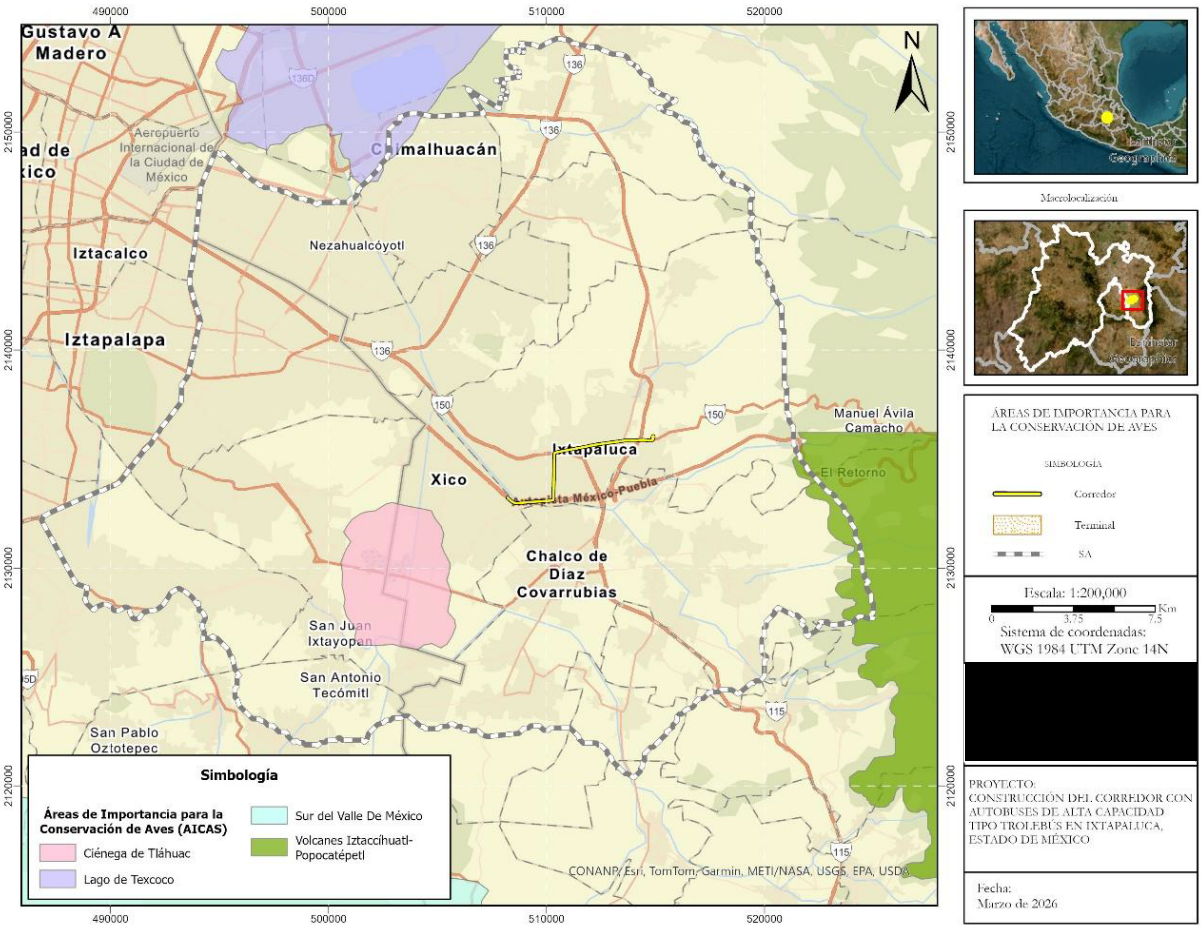


Figura 69. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

2.4 Normas Técnicas Estatales Ambientales (NTEA)

2.4.1 NTEA-003-SEGEM-DS-2004. Que establece las especificaciones para prevenir y controlar la contaminación visual. (Publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México el 08 de julio de 2005).

El promovente implementará las medidas pertinentes para prevenir y controlar la contaminación visual ocasionada por el desarrollo de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del trolebús, en conformidad con las disposiciones establecidas en la presente Norma.

2.4.2 NTEA-011-SMA-RS-2008. Que establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el Estado de México. (Publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México el 21 de mayo de 2009).

El promovente observará y acatará los lineamientos establecidos en la presente Norma, relativos a la clasificación y manejo ambiental de los residuos de la construcción, generados por el desarrollo de las actividades del proyecto del Trolebús. Asimismo, incluirá dichos lineamientos en el Plan de Manejo de Residuos, de Manejo Especial que se desarrollará e implementará dentro del proyecto.

2.4.3 NTEA-013-SMA-RS-2011. Que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para el Estado de México. (Publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México el 28 de septiembre de 2011).

El promovente observará y acatará los lineamientos establecidos en la presente Norma, relativos a la separación, almacenamiento temporal y entrega al servicio de recolección, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, generados por el desarrollo de las actividades del proyecto del Trolebús. Asimismo, incluirá dichos lineamientos en el Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial que se desarrollará e implementará dentro del proyecto.

2.4.4 NTEA-014 -SMA-DS-2011. Para la prevención y control de la contaminación lumínica en el territorio del Estado de México. (Publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México el 28 de junio de 2011).

El promovente implementará las medidas pertinentes para prevenir y controlar la contaminación lumínica generada durante las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones del proyecto del Trolebús, con la finalidad de mantener al máximo las condiciones naturales en horas nocturnas, y promover el ahorro de energía en lo referente a las instalaciones de alumbrado exterior, sin mermar la seguridad.

2.4.5 NTEA-018-SeMAGEM-DS-2017. Que establece las especificaciones técnicas y criterios que deberán cumplir las autoridades de carácter público, personas físicas, jurídicas colectivas, privadas y en general todos aquellos que realicen labores de poda, derribo, trasplante y sustitución de árboles en zonas urbanas del Estado de México.

Dado que, para el desarrollo de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, se requerirá la remoción de ejemplares de arbolado urbano, el promovente observará los lineamientos establecidos en la presente Norma.

2.5 Tratados Internacionales

2.5.1 Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kyoto, adoptado en 1997 y en vigor desde 2005, establece compromisos jurídicamente vinculantes para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente por parte de países desarrollados, bajo el principio de responsabilidad común pero diferenciada. Su objetivo central es limitar y reducir las emisiones de GEI (entre los principales se identifican: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre) conforme a metas acordadas, constituyendo uno de los instrumentos internacionales clave para la mitigación del cambio climático. México ratificó el protocolo en el año 2000 y forma parte activa de los compromisos globales de mitigación climática, además de promover su aplicación mediante políticas de

desarrollo sustentable y proyectos que reducen emisiones del sector transporte y energético.

En este contexto, el proyecto del corredor de trolebús en Ixtapaluca presenta una vinculación ambiental positiva con los principios y objetivos del Protocolo de Kyoto, expresamente para la fuente de transporte, por la contribución directa a la reducción de emisiones de GEI en el sector transporte al implementar un sistema de transporte eléctrico.

Vinculación: El transporte es una de las principales fuentes de GEI a nivel global, especialmente por el uso de combustibles fósiles. El Protocolo de Kyoto impulsa políticas y acciones que reduzcan estas emisiones y promuevan alternativas más limpias.

En ese escenario, el proyecto incorpora un sistema de transporte eléctrico, lo cual:

- Disminuye las emisiones de CO_2 y otros GEI típicos del transporte vehicular de combustión.
- Reduce los niveles de contaminación atmosférica local.
- Favorece la transición hacia sistemas de movilidad baja en carbono como el transporte tipo trolebús.

Este enfoque coincide con la lógica del Protocolo, que busca fomentar tecnologías y proyectos que reduzcan emisiones y apoyen el desarrollo sustentable.

Además, el Protocolo de Kyoto promueve que los países en desarrollo, como México, fortalezcan medidas internas de mitigación, tales como eficiencia energética, energías limpias y reducción de emisiones en transporte. En ese sentido el Proyecto Integral para la Construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca representa una mejora en eficiencia energética al sustituir parcialmente autobuses de transporte que son más contaminantes. Asimismo, se espera la disminución del uso de vehículos particulares y sus emisiones al ofrecer una alternativa de transporte rápido, eficiente y de bajo costo.

Esto ayuda a cumplir con los principios que el Protocolo plantea para disminuir emisiones mediante políticas públicas de movilidad sustentable.

2.5.2 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) es un tratado internacional que México ha adoptado y que regula el comercio, transporte, aprovechamiento y manejo de especies de flora y fauna incluidas en sus Apéndices I, II y III:

Apéndice I. Especies en peligro de extinción cuyo comercio está prohibido y sólo se permite bajo circunstancias excepcionales.

Apéndice II. Especies que no están necesariamente en peligro de extinción, pero que pueden llegar a estarlo si su comercio no se regula de manera estricta.

Apéndice III: Especies que están protegidas por la legislación de un país en particular, y es necesaria la cooperación de otros países participantes a fin de prevenir o restringir su explotación.

Ya que el comercio de animales y plantas silvestres sobrepasa las fronteras entre países, su reglamentación requiere la cooperación internacional a fin de proteger ciertas especies de la explotación excesiva. La CITES se redactó como resultado de una resolución aprobada en una reunión de los miembros de la Unión para la Naturaleza celebrada en 1963. Actualmente ofrece diversos grados de protección a más de 37,000 especies de animales y plantas que son susceptibles de comercializarse como especímenes vivos, como abrigos de piel o hierbas disecadas.

Aunque la CITES no regula directamente la construcción de infraestructura, sí es aplicable cuando un proyecto pueda afectar, desplazar, recolectar, remover, trasladar o interactuar con especies enlistadas. Asimismo, se resalta que el proyecto no tiene como objetivo la comercialización de especies de flora y fauna.

Dado que el Proyecto Integral del corredor de trolebús en Ixtapaluca implica movimiento de suelo, modificación de áreas urbanas y potencial interacción con vegetación y fauna local, resulta necesario evaluar su congruencia con la CITES.

Vinculación:

Derivado de los muestreos de campo realizados para la caracterización de la Región Ecológica, se registró la presencia de *Cynanthus latirostris* (colibrí pico ancho), especie incluida en el Apéndice II de la CITES. Dicho apéndice considera especies que, si bien no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, requieren de

regulación en su comercio internacional para evitar que su aprovechamiento comprometa su supervivencia.

La presencia de esta especie en el área del proyecto se considera ocasional, asociada a la vegetación urbana y periurbana disponible, sin que se hayan identificado sitios de anidación, refugio permanente o áreas críticas para su reproducción dentro del polígono del proyecto.

En este contexto, es importante señalar que el proyecto no contempla actividades de captura, aprovechamiento, posesión, traslado ni comercialización de ejemplares de vida silvestre, por lo que no se configura ningún supuesto regulado directamente por la CITES.

Sin embargo, en apego al principio precautorio y a la normatividad ambiental aplicable, se implementarán medidas orientadas a reducir la perturbación a la fauna silvestre, tales como:

- Programación de las actividades de despalme y retiro de vegetación de manera gradual.
- Evitar la eliminación innecesaria de elementos vegetales que puedan servir como fuente de alimento.
- Implementación, en caso necesario, de acciones de ahuyentamiento previo a la intervención del sitio.
- Supervisión ambiental durante las etapas críticas del proyecto.

Derivado de lo anterior, se concluye que la ejecución del proyecto no representa un riesgo para las poblaciones de *Cynanthus latirostris* ni contraviene las disposiciones de la CITES, limitando su posible efecto al ámbito local y de carácter no significativo.

En adición, se establece que durante la etapa de preparación de sitio y construcción se determinará la presencia de especies de flora incluidas en los Apéndices CITES, tales como:

Orquídeas (Apéndice II).

Cactáceas (Apéndice I o II).

Agaves o suculentas protegidas (Apéndice II).

Si alguna de estas especies se encuentra dentro del derecho de vía, en camellones o áreas verdes impactadas, cualquier extracción, trasplante, transporte o aprovechamiento se realizará en cumplimiento con CITES, además de la normatividad nacional (LGVS, NOM-059-SEMARNAT-2010).

Por otro lado, la construcción del corredor puede interactuar con fauna silvestre presente en la zona, especialmente aves urbanas y semiurbanas. Aunque la zona es predominantemente urbana, la presencia incidental de fauna no puede descartarse, y cualquier manejo de especies listadas se realizará en apego a la CITES.

De manera general, para garantizar congruencia con la Convención, el proyecto incorpora los siguientes compromisos:

No extracción ni aprovechamiento de especies reguladas

El proyecto no contempla extracción, colecta ni comercio de flora o fauna protegida por CITES.

Procedimiento en caso de encontrar especies listadas

Se suspenderán actividades en el sitio específico del hallazgo.

Un biólogo acreditado evaluará la presencia de la especie y si se requiere traslado o rescate:

Se gestionarán los permisos correspondientes ante SEMARNAT (autoridad administrativa CITES en México).

Se garantizará el manejo y transporte adecuado conforme a CITES y legislación mexicana.

Se documentarán los procedimientos y notificaciones en bitácoras ambientales.

El diseño del corredor priorizará el uso de áreas ya urbanizadas, reduciendo la probabilidad de afectar hábitats naturales.

En ninguna obra o actividad inherente al proyecto se utilizará madera, plantas, fibras o fauna viva que provenga de especies reguladas por CITES, evitando riesgos indirectos de incumplimiento.

2.5.3 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

El 25 de septiembre de 2015, los Estados Miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), aprobaron en la Asamblea General de ese organismo internacional, la Agenda 2030 y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con la meta de cumplirlos en un plazo de 15 años. Estos objetivos plasman la importancia global del trabajo colectivo para combatir la pobreza, proteger el planeta

y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo, con el fin de cumplir tres metas globales en los próximos 5 años:

Terminar con la pobreza extrema

Luchar contra la desigualdad y la injusticia

Reparar el cambio climático

En este contexto, el Estado Mexicano al ser uno de los Estados miembros de la ONU, asumió el amplio compromiso que tienen México con aportar, dar seguimiento y avance a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS.

En ese sentido, el proyecto de manera específica se vincula con el ODS 11: "*Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles*", y con la meta 11n.2: "*Reducir el impacto ambiental de las ciudades promoviendo la movilidad sustentable, la cultura vial, mejorando la calidad del aire y asegurando las áreas verdes por densidad de población y acceso público*", ya que, mediante la incorporación de camiones tipo trolebús, los cuales utilizan energía eléctrica, busca mejorar la movilidad urbana, garantizar un transporte público seguro y eficiente, fomentar el desarrollo sostenible, reducir las emisiones de carbono y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región oriente de la Ciudad de México.

Asimismo, se vincula con el ODS 13: "*Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*" y con la meta 13n.2: "*Reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI), fomentando la reducción de emisiones en los sectores productivos*", ya que, mediante la operación del sistema de transporte tipo trolebús, se pretende que disminuyan las emisiones de gases de efectos invernadero derivadas de la circulación de vehículos que usan combustibles fósiles. En ese sentido, El proyecto tiene como uno de sus objetivos la reducción de las emisiones a la atmósfera. En ese sentido el promovente desarrolló una evaluación de cambio climático, en el que se determinó que el proyecto presenta potencial para contribuir a la reducción de emisiones asociadas al sector transporte mediante la implementación de un sistema de movilidad eléctrica de alta capacidad. Los escenarios preliminares desarrollados indican que la operación del sistema podría representar una disminución aproximada de entre 1,667 y 5,000 automóviles particulares por día, dependiendo del nivel de captación modal alcanzado durante la operación del trolebús.

La reducción potencial de vehículos convencionales representa un beneficio ambiental asociado a la disminución del consumo de combustibles fósiles,

reducción de emisiones contaminantes y fortalecimiento de sistemas de movilidad sustentable dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México. El documento de la evaluación realizada, así como los mapas, se encuentran en la subcarpeta “Componentes abióticos / Cambio Climático” de la carpeta “Anexos Capítulo 3”.

2.6 Incidencia en zonas de valor histórico, arqueológico o cultural.

El área del proyecto no incide sobre sitios de valor arqueológico, histórico o cultural, de acuerdo con la base de datos del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). El sitio más cercano, la zona arqueológica de Tlapacoya, se ubica a 1.2 km al oeste.



Figura 70. Ubicación del proyecto con respecto a los sitios de importancia arqueológica, histórica y/o cultural.

3. Descripción de la Región Ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada

3.1 Elementos utilizados para la delimitación de la región o regiones ecológicas de acuerdo con las características y alcances del proyecto

La Región Ecológica (RE) es el equivalente a la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación de impacto ambiental. Si bien se reconoce que hay acepciones que establecen que los ecosistemas carecen de límites definidos y que, por lo tanto, conforman sistemas continuos sin fronteras, en donde “el ecosistema no tiene escala, ni soporte espacial definido”, ni tampoco dispone de una especificidad en el tiempo, con referencia a la escala de las actividades y transformaciones humanas del medio natural, para el caso de la evaluación de impacto ambiental es necesario contar con un sistema de referencia, el cual al tener límites territoriales, permite delimitar el análisis de la estructura y funcionamiento de uno o más ecosistemas.

Al mismo tiempo, la aplicación de este concepto intenta evitar la presentación temática, fraccionada con la que, genéricamente se describe al ambiente en los estudios de impacto ambiental, fraccionándolo en componentes aislados y genéricos (suelo, aire, agua, flora, fauna, etc.), para sustituirlo por información geográfica integral referida o áreas territoriales relativamente homogéneas.

Nota: Los anexos de este capítulo se adjuntan en la carpeta denominada “Anexos Capítulo 3”.

3.1.1 Área del Proyecto

La siguiente figura muestra el área del proyecto.

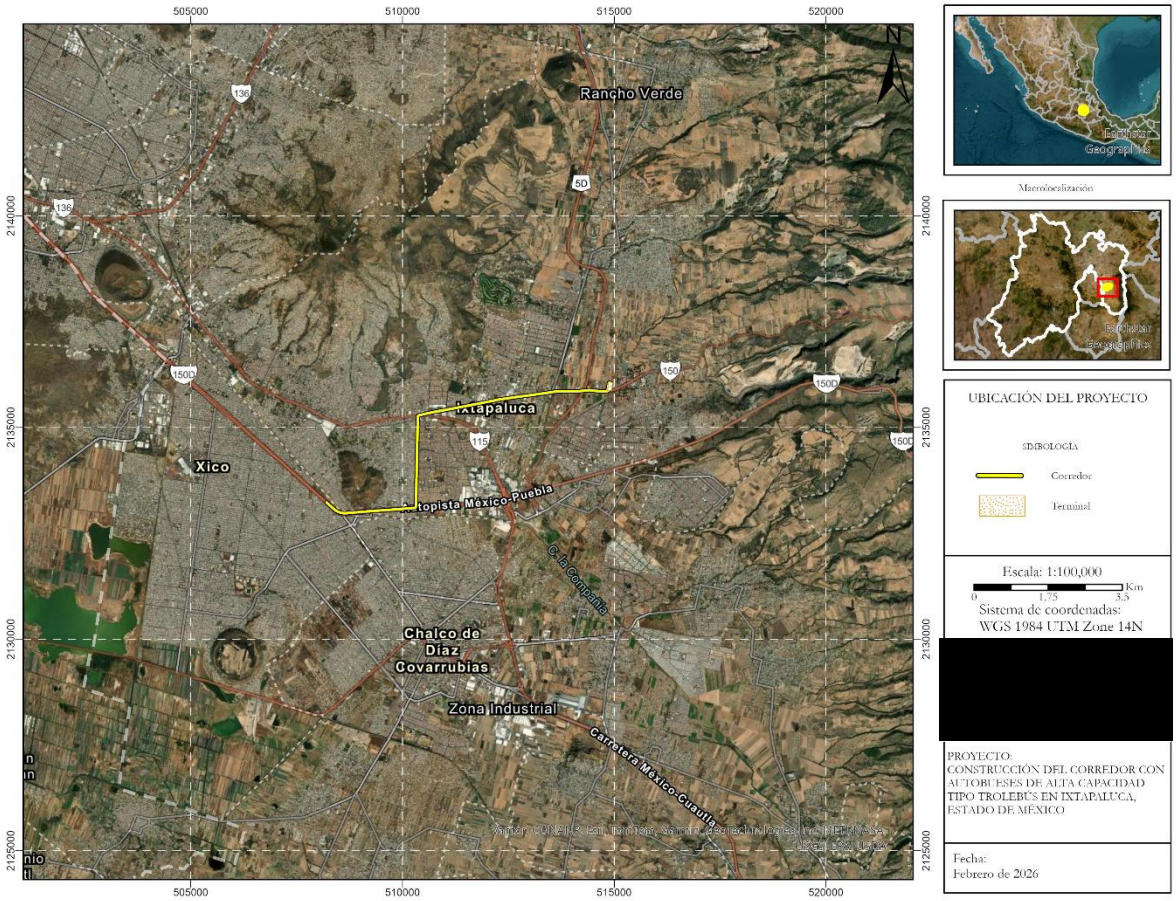


Figura 71. Área del Proyecto (AP).

3.1.2 Región Ecológica

De acuerdo a la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del sector Vías Generales de Comunicación, para delimitar la Región Ecológica (RE), debe sustentarse con los límites naturales de los elementos bióticos y abióticos existentes, así como en los procesos ecosistémicos, con los cuales interactuarán las obras y actividades del proyecto.

En ese sentido, se utilizó como base principal para la delimitación del RE para el proyecto, la capa temática de topoformas, disponible en la cartografía del INEGI, ya que son formas de terreno agrupadas en sistemas que comparten patrones

estructurales (geológicos) y degradativos (erosión/sedimentación). Asimismo, definen el relieve del territorio mexicano mediante el análisis integrado de geología, topografía, hidrología y edafología, clasificándose en unidades homogéneas como sierras, llanuras, valles o lomeríos.

Como primera delimitación, se utilizaron las topoformas aledañas al área del proyecto.

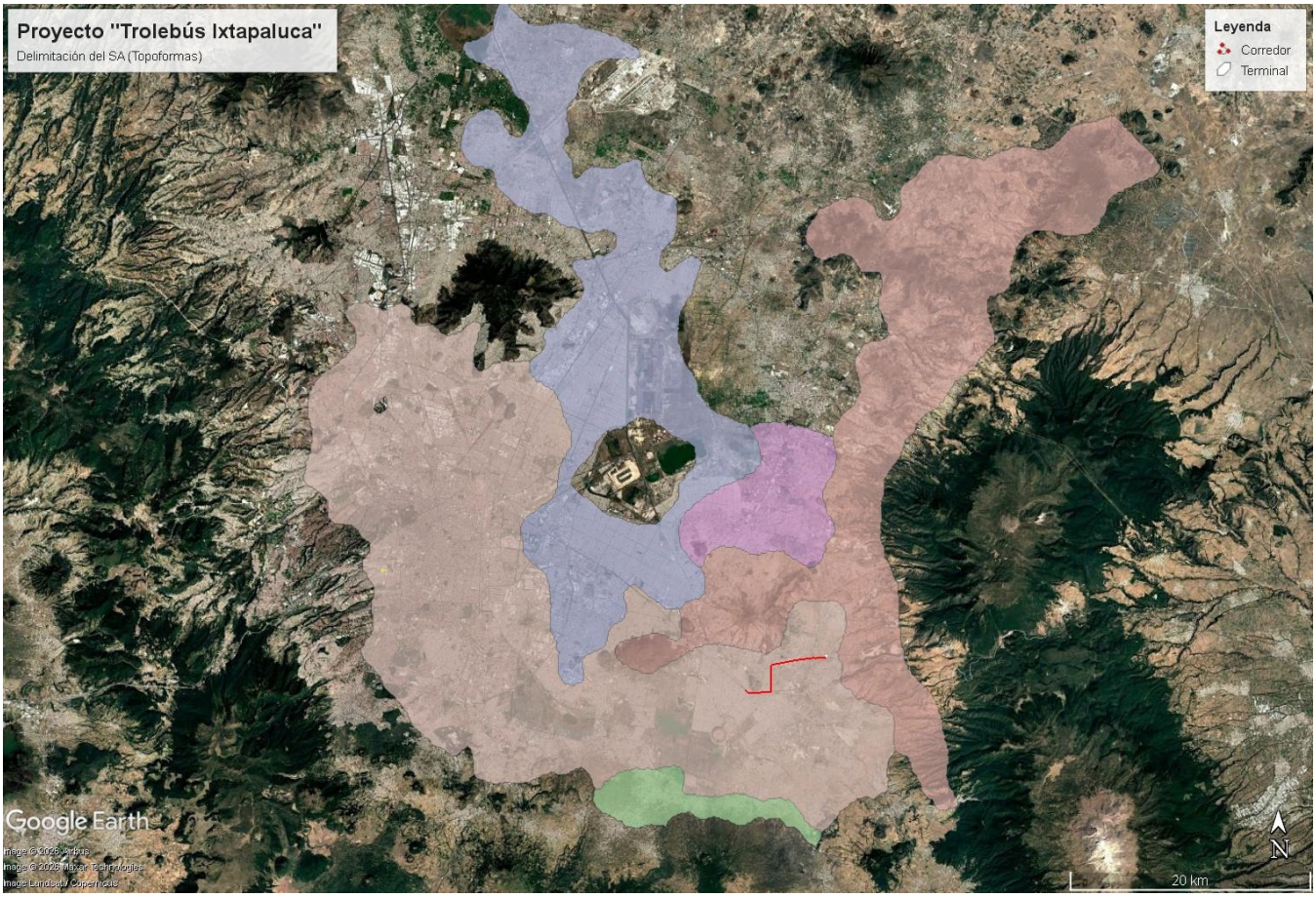


Figura 72. Capa base para delimitar la Región Ecológica (topoformas).

Sin embargo, el medio en el que se desarrolla el proyecto ya está impactado, por lo que la interacción con componentes naturales de alto valor ecológico, tales como Áreas Naturales Protegidas (ANP) u otras zonas de relevancia biológica, es limitada, concentrándose principalmente en elementos del medio transformado.

En ese sentido, las carreteras ejercen modificaciones al ambiente en el que se construyen, como las siguientes:

- Deterioro del paisaje
- Modificaciones al drenaje natural
- Incremento en la erosión del suelo

Por este motivo, se usaron las carreteras y avenidas principales consideradas de esa manera en los usos de suelo en los diferentes Programas de Desarrollo Urbano, lo cual se establece como criterio potencial para la delimitación de la Región Ecológica en zonas terrestres, dentro de la Guía para la elaboración de la MIA.

Como segundo paso para la delimitación, se hizo un corte a la capa de topoformas con vías de comunicación principales. En primera instancia, del lado oeste se tomó como límite el Anillo Periférico Oriente, del suroeste se consideró la Av. Prol. División del Norte

Posteriormente se tomó como recorte los polígonos de Áreas Naturales Protegidas. La primera que se consideró fue la ANP Federal Lago de Texcoco, mientras que del lado sureste se consideraron recortes para no incidir e Cerro Ayaqueme-Volcán Huehuel y Parque Estatal Santuario del agua y forestal Manantiales Cascada Diamantes.

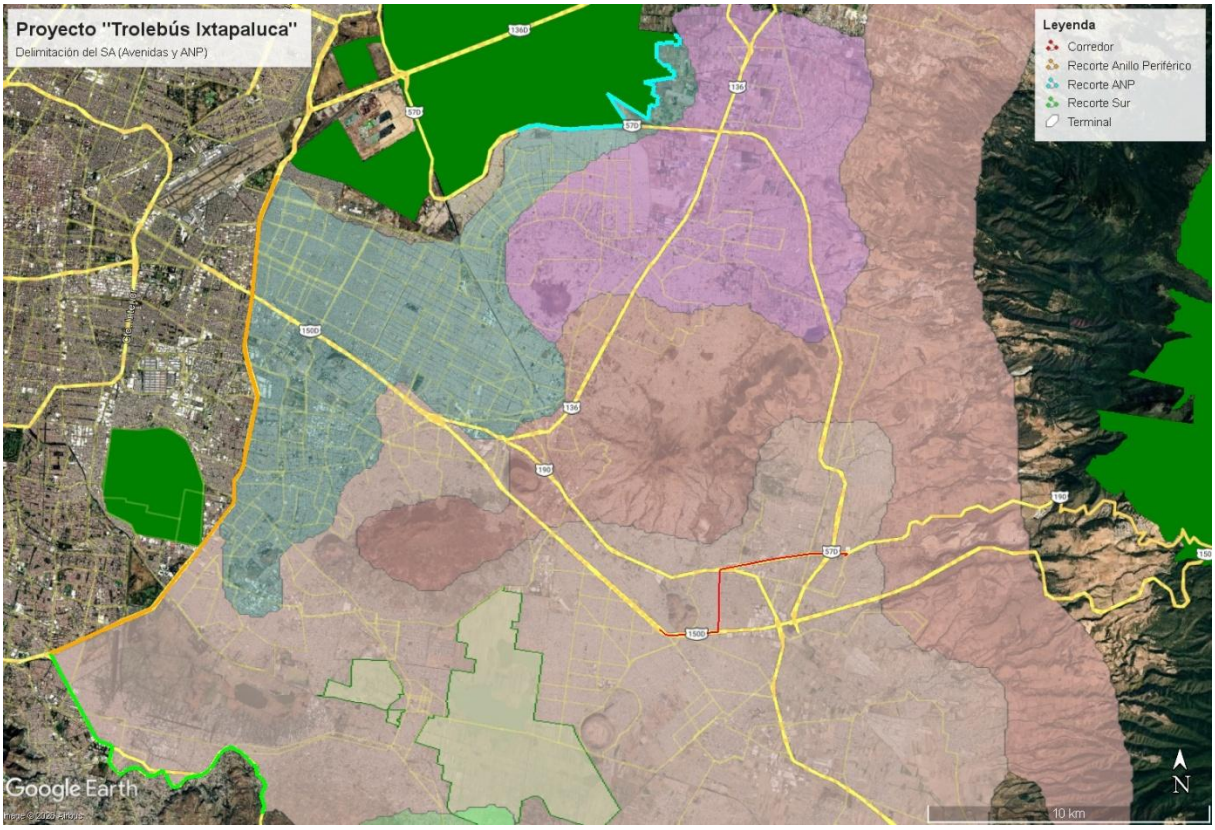


Figura 73. Uso de avenidas y ANP para delimitar el RE del proyecto (extremos oeste y noroeste).

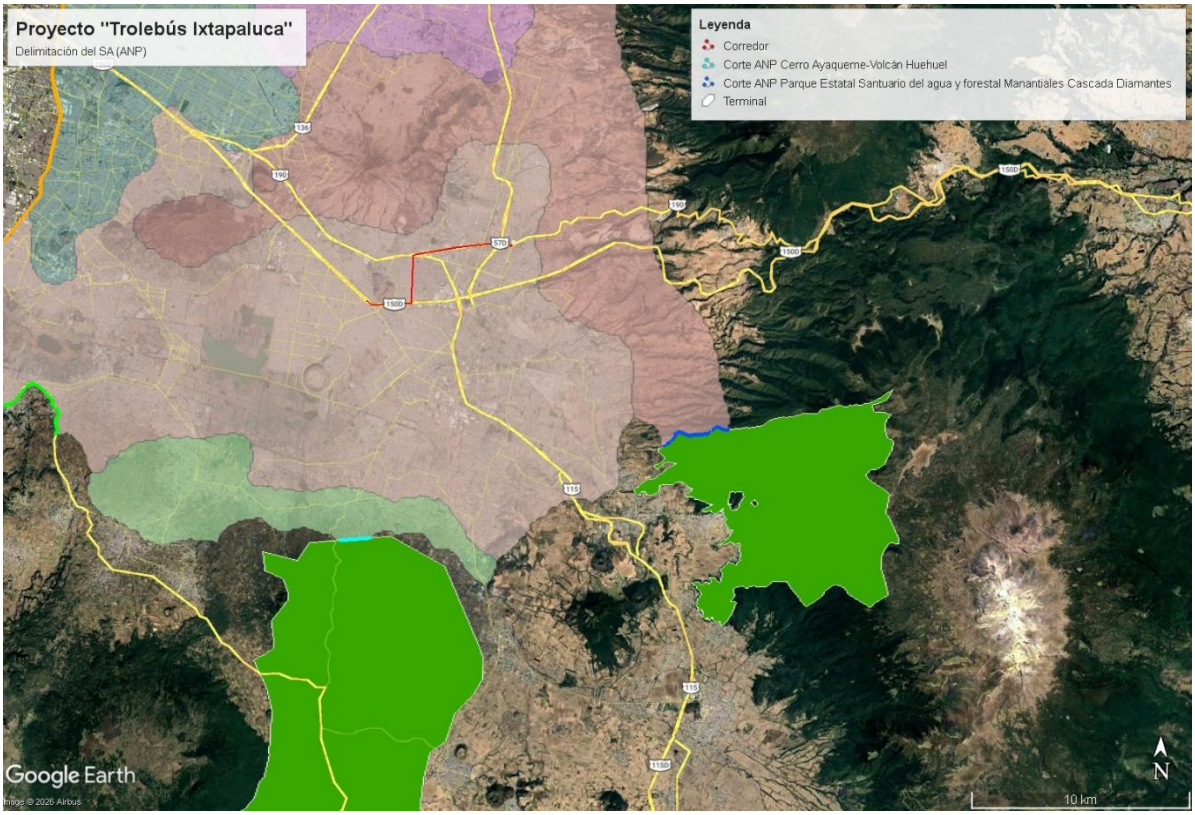


Figura 74. Uso de avenidas y ANP para delimitar el RE del proyecto (extremo sureste).

Finalmente se hizo un recorte al norte y noreste con un canal de agua y caminos.

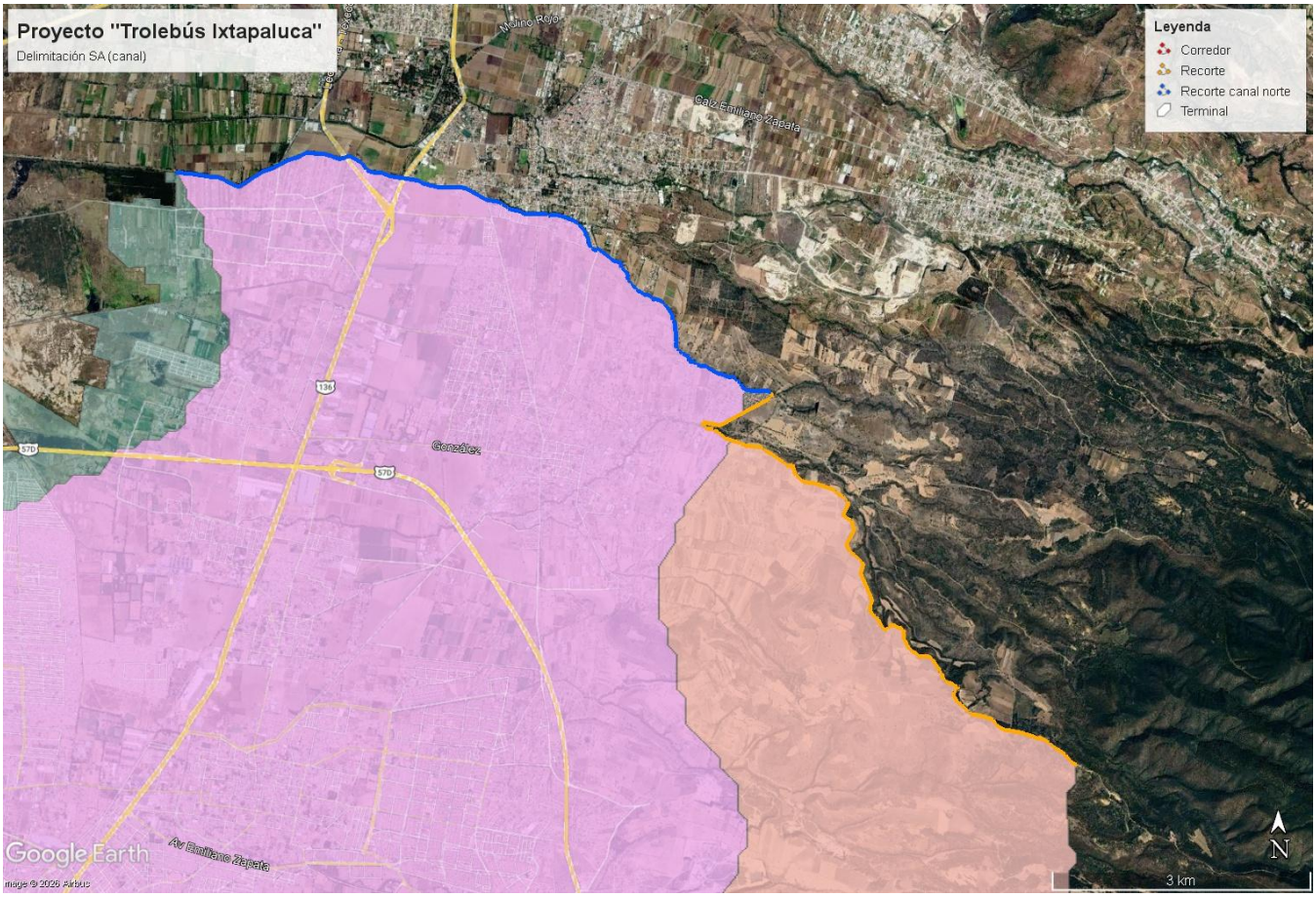


Figura 75. Uso de avenidas y ANP para delimitar el RE del proyecto (extremos norte y noreste).

Con los recortes anteriormente señalados, la Región Ecológica (RE) queda de la siguiente manera, con una superficie de 786,513,989.5 m^2:

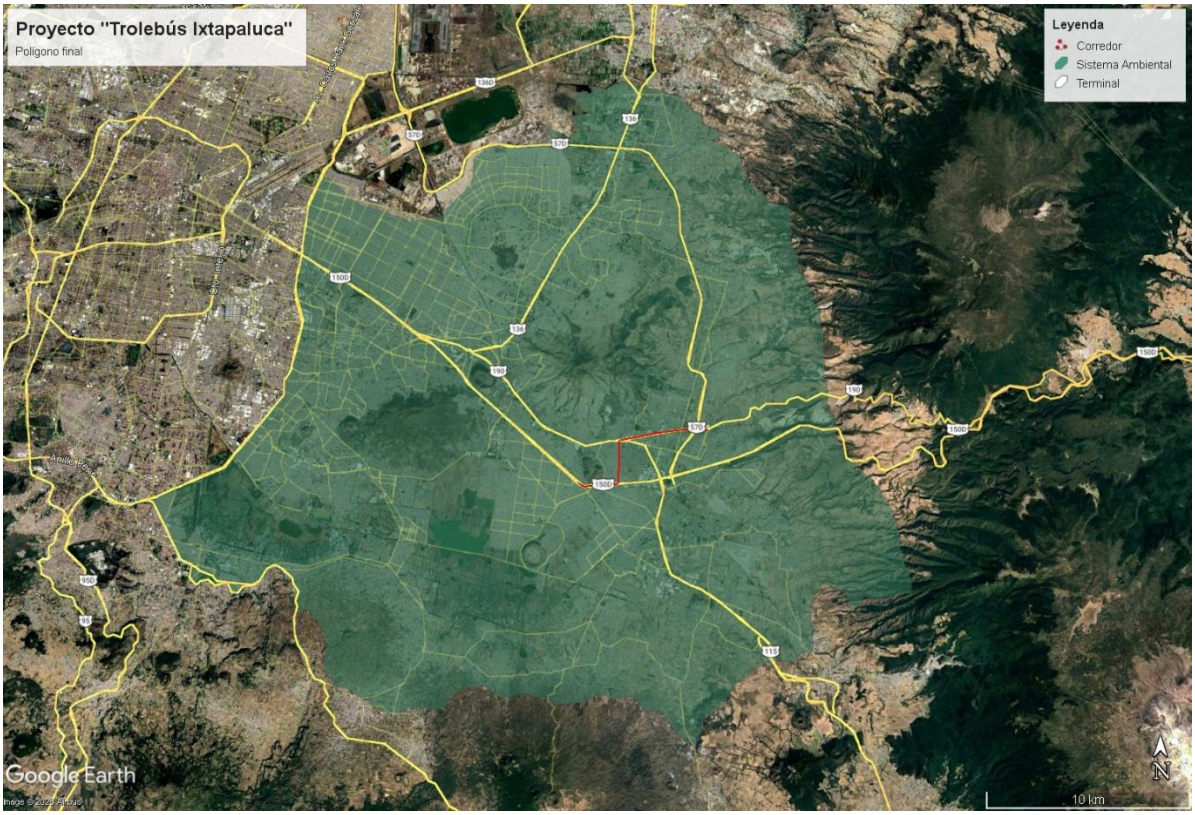


Figura 76. Configuración final del RE.

3.1.3 Área de Influencia (AI)

Para delimitar el Área de Influencia, se utilizaron las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBs), que se definen como unidades territoriales que subdividen municipios para organizar datos censales. Agrupan manzanas habitacionales o de servicios delimitadas por calles, esenciales para la planeación, estudios socioeconómicos y la identificación de rezago social por CONEVAL.

Considerando que el principal componente del Área de Influencia es el medio socioeconómico, se utilizaron las AGEBs más cercanas al área del proyecto. Adicionalmente se consideraron los AGEBs aledaños a la intersección de la Autopista y la Carretera Federal del lado oeste, ya que del lado este se tiene la zona más cercana a las Áreas Naturales Protegidas correspondientes al Parque Nacional Popocatépetl-Iztaccíhuatl.

El AI tiene una superficie de 192,828,501.098799 m^2.

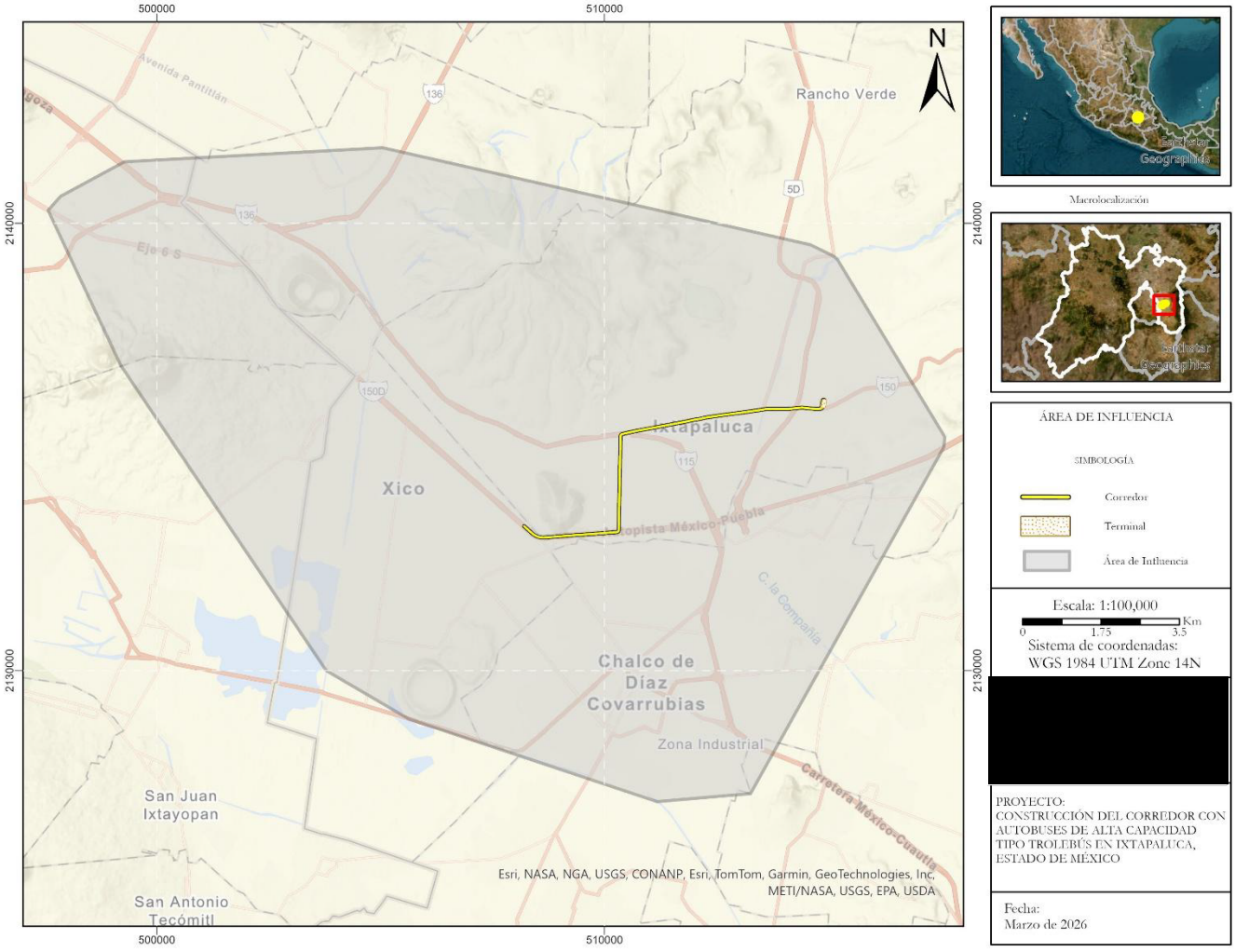


Figura 77. Configuración final del AI.

3.2 Caracterización de la Región Ecológica

3.2.1 Componentes abióticos

Clima

Para la descripción del clima presente en la Región Ecológica (RE) se utilizaron las Unidades de Clima las cuales se definen como el área de la manifestación de los elementos climáticos (temperatura y precipitación), a través de un número dado de años, corresponde a un arreglo particular de los símbolos (fórmula climática), que representan los niveles jerárquicos de la clasificación climática, los cuales, en conjunto expresan, describen y denominan el clima de esa área.

El análisis se llevó a cabo teniendo como base la carta de Unidades Climáticas de INEGI a escala 1:300 000. De acuerdo con la información vectorial de Unidades Climáticas del INEGI y con la clasificación climática de Köppen, modificado por Enriqueta García (1964). El RE en el que se localiza el *Proyecto Integral para la Construcción del Corredor con Autobuses de Alta Capacidad tipo Trolebús en el municipio de Ixtapaluca* presenta la incidencia de dos unidades climáticas principales. Estos climas se distribuyen en función de la altitud, la topografía y la dinámica atmosférica regional que caracteriza al oriente del Valle de México.

El clima predominante dentro del RE es el Clima Templado Subhúmedo con lluvias en verano, identificado con la clave C(w0)(w). Este clima se asocia a regiones de altitudes medias donde predominan temperaturas moderadas a lo largo del año y un marcado régimen de precipitación estival. Se caracteriza por una temperatura media anual entre 12 y 18 °C, un porcentaje de lluvia invernal inferior al 5 %, así como una estación lluviosa que concentra entre el 80 y 90 % de la precipitación anual. Este régimen se ve influenciado por los sistemas convectivos de verano y por la orografía circundante, que propicia procesos de ascenso orográfico y la formación de nubosidad.

En menor proporción, pero también presente dentro del área de influencia del proyecto, aparece el Clima Seco Semiseco con lluvias en verano, clasificado como BS1kw(w). Este tipo climático corresponde a zonas de transición hacia ambientes más áridos, con precipitación anual baja, marcada estacionalidad y una evapotranspiración potencial mayor a la precipitación, lo que genera condiciones de déficit hídrico durante buena parte del año. Debido a la falta de humedad, se caracteriza por temperaturas ligeramente más elevadas y variaciones térmicas diurnas más pronunciadas, así como por una vegetación natural adaptada a condiciones de menor disponibilidad de humedad.

La coexistencia de ambos climas dentro del RE refleja la diversidad fisiográfica del municipio de Ixtapaluca, donde se combinan planicies, lomeríos y elevaciones que modulan tanto el comportamiento térmico como la distribución de la precipitación. Estas condiciones climáticas influyen de manera directa en los patrones de escurrimiento superficial, la infiltración, la vegetación potencial y la susceptibilidad a procesos de degradación del suelo, elementos relevantes para la evaluación ambiental del proyecto.

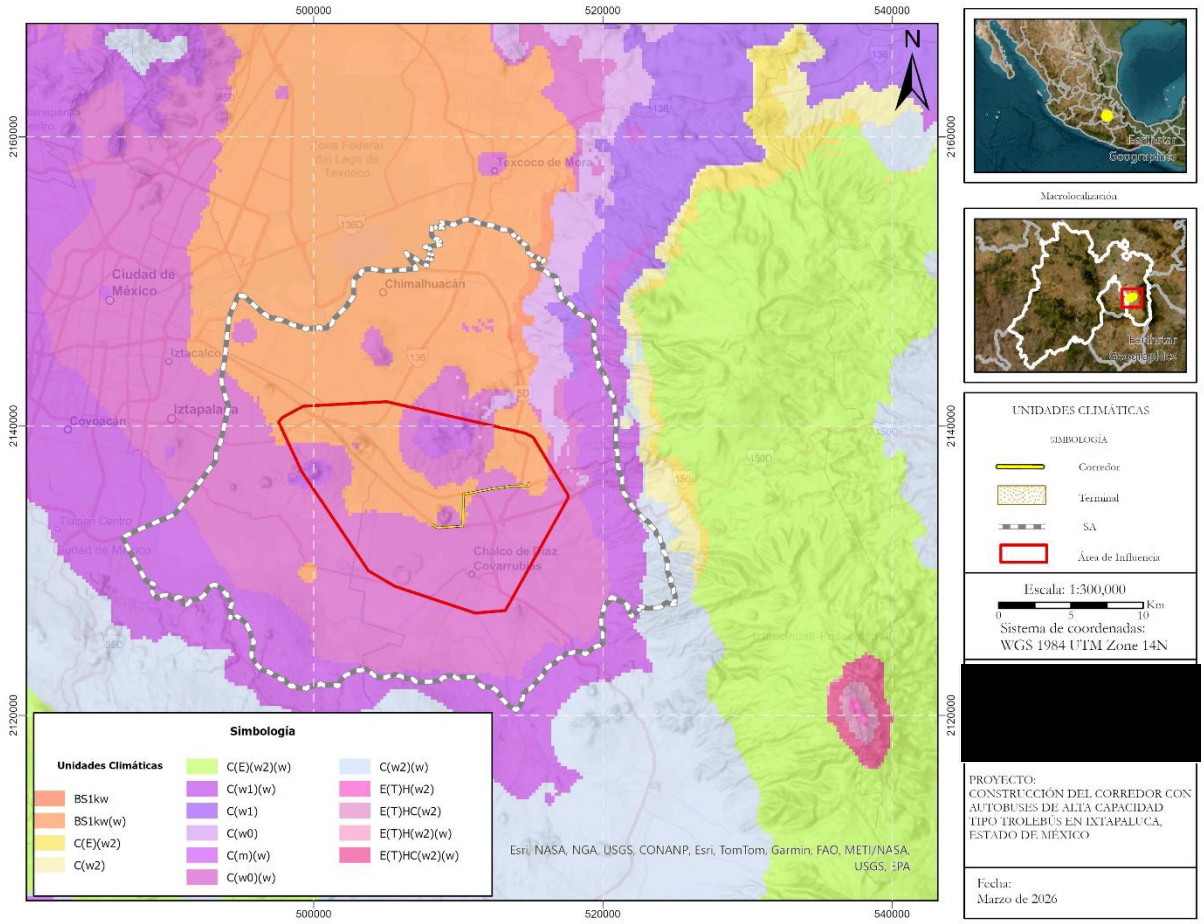


Figura 78. Unidades climáticas en el Área del Proyecto (AP), su Área de Influencia (AI) y su Región Ecológica (RE).

Tabla 47. Superficie de ocupación por tipo de clima que ocurre en el RE

No.	Clave		%
1	BS_1kw	Semiárido	0.9
2	$BS_1kw(w)$	Semiseco templado	30.3
3	$C(w_0)$	Templado subhúmedo	3.2
4	$C(w_0)(w)$	Templado Subhúmedo con lluvias en verano	46.4
5	$C(w_1)$	Templado Subhúmedo con humedad media	0.6
6	$C(w_1)(w)$	Templado Subhúmedo seco	17.4
7	$C(w_2)(w)$	Templado subhúmedo más seco	1.1

El clima semiárido (BS_1kw) corresponde a un clima templado con verano cálido con temperaturas medias. Durante el año se presentan temperaturas que oscilan entre los 12 y 18 °C. El más más frio presenta una temperatura que va de 3° a los 18°C. Mientras que el mes más cálido presenta temperaturas mayores a los 18°C. El régimen de lluvias es en verano.

El clima templado subhúmedo ($C(w_0)$) presenta una temperatura media anual entre los 12° y 18°C y mantiene un régimen de lluvia escoso todo el año.

El clima Templado Subhúmedo con humedad media ($C(w_1)$) presenta lluvias en verano y una temperatura media anual entre los 12° y 18°C. Sin embargo, el coeficiente P/T varía entre 43.2 y 55.

El clima templado subhúmedo seco ($C(w_1)(w)$) presenta una temperatura media anual entre 12°C y 18°C. La temperatura del mes más frío oscila entre -3°C y 18°C. La temperatura del mes más caliente mayor a 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 500 a 2,500 mm y precipitación en el mes más seco es de 0 a 60 mm

Templado subhúmedo más seco (C(w_2)(w)) presenta una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y la temperatura del mes más caliente es de menos 22°C. La precipitación anual es de 200 a 1,800 mm y la precipitación en el mes más seco es de 0 a 40 mm.

En relación al cambio climático, el promovente desarrolló una evaluación de cambio climático, en el que se determinó que el proyecto presenta potencial para contribuir a la reducción de emisiones asociadas al sector transporte mediante la implementación de un sistema de movilidad eléctrica de alta capacidad. Los escenarios preliminares desarrollados indican que la operación del sistema podría representar una disminución aproximada de entre 1,667 y 5,000 automóviles particulares por día, dependiendo del nivel de captación modal alcanzado durante la operación del trolebús.

La reducción potencial de vehículos convencionales representa un beneficio ambiental asociado a la disminución del consumo de combustibles fósiles, reducción de emisiones contaminantes y fortalecimiento de sistemas de movilidad sustentable dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México. Asimismo, el proyecto favorece la transición hacia infraestructura urbana de menores emisiones y mayor eficiencia energética.

El documento de la evaluación realizada, así como los mapas, se encuentran en la subcarpeta “Componentes abióticos / Cambio Climático” de la carpeta “Anexos Cap 4”.

Precipitación

La precipitación pluvial influye directamente en los procesos hidrológicos, escurrimientos superficiales, condiciones del suelo y dinámica ambiental del área donde se inserta el proyecto.

Con base en la información registrada en la estación climatológica C15398 “Los Reyes, Río La Compañía”, operada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y considerada la más cercana al área del proyecto, se obtuvo el comportamiento mensual y anual de la precipitación para la zona de estudio (Tabla 18).

El promedio anual de precipitación normal registrado es de 632.0 mm, lo que indica un régimen de lluvias característico de la región centro del país, con una marcada estacionalidad. La mayor parte de la precipitación se concentra durante los meses de junio a septiembre, periodo en el cual se presentan los valores mensuales más elevados, destacando junio (118.9 mm), julio (100.9 mm), agosto (110.9 mm) y

septiembre (90.5 mm). En contraste, los meses de enero, febrero, marzo y diciembre presentan los menores registros de precipitación, con valores inferiores a los 30 mm mensuales, correspondientes a la temporada de estiaje.

En cuanto a los máximos históricos mensuales, se registraron valores elevados durante los meses de verano, alcanzando hasta 173.5 mm en junio de 2021, 168.0 mm en agosto de 2018 y 167.0 mm en julio de 2019, lo que evidencia la ocurrencia de eventos de lluvia intensa en la zona. Por su parte, las precipitaciones máximas diarias alcanzaron valores de hasta 64.0 mm en agosto, lo que refleja la posibilidad de lluvias de corta duración, pero de alta intensidad durante la temporada de lluvias.

El número de años con datos disponibles varía según el mes, con registros comprendidos entre 5 y 7 años, lo cual permite contar con una referencia confiable del comportamiento pluviométrico regional.

La información presentada forma parte de la línea base climática de la Región Ecológica, permitiendo caracterizar el régimen de precipitación en el área del proyecto y servir como insumo para el análisis posterior de procesos hidrológicos y ambientales, sin que en esta etapa del estudio se realice una valoración de los efectos asociados al desarrollo del proyecto.

Tabla 48. Precipitación en la estación climatológica más cercana a la superficie requerida para el desarrollo del proyecto.

Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal (mm)	7.6	3.4	25.3	28.4	64.1	118.9	100.9	110.9	90.5	53.2	22.1	6.8	**632.0**
Máxima mensual (mm)	15.0	9.0	61.5	51.5	124.0	173.5	167.0	168.0	114.0	90.0	37.5	30.0	—
Año de máxima	2019	2014	2015	2018	2015	2021	2019	2018	2016	2014	2016	2015	—
Máxima diaria (mm)	11.0	8.5	19.5	20.0	20.0	40.0	20.0	64.0	20.0	20.0	19.5	20.0	—
Años con datos	5	6	7										

Fuente: Estación climatológica C15398 Los Reyes, Río La Compañía (CONAGUA)

Fisiografía

Las provincias fisiográficas constituyen grandes unidades del relieve que integran regiones con rasgos geológicos, geomorfológicos y estructurales comunes, derivados de procesos tectónicos, volcánicos y erosivos que han modelado el paisaje a lo largo del tiempo. Su delimitación permite comprender la evolución geodinámica del territorio, así como las condiciones físicas que influyen directamente en aspectos clave para la planificación del proyecto, tales como la hidrología superficial y subterránea, la formación y distribución de suelos, la capacidad de soporte del terreno y la susceptibilidad a riesgos geológicos.

El territorio mexicano se divide en 15 provincias fisiográficas cada una definida como región de paisajes y rocas semejantes en toda su extensión. En cada una de ellas hay variaciones que a veces determinan la existencia de dos o más subprovincias; por lo anterior, se debe llevar a cabo un análisis fisiográfico de la zona de estudio, ya que este permite evaluar de manera regional las características de la zona del proyecto.

La descripción fisiográfica se realizó tomando como base la carta de Provincias y Subprovincias Fisiográficas de México editada por INEGI escala 1:800 000. El área correspondiente al *Proyecto Integral para la Construcción del Corredor con Autobuses de Alta Capacidad tipo Trolebús en el municipio de Ixtapaluca* se ubica dentro de la Subprovincia Fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac. Esta Subprovincia forma parte del sector central del Eje Neovolcánico y se caracteriza por un relieve conformado por sierras y alineamientos volcánicos recientes, intercalados con amplias cuencas lacustres que históricamente alojaron cuerpos de agua someros y depósitos sedimentarios de origen lacustre y aluvial.

La región presenta extensas acumulaciones de materiales volcánicos, tales como basaltos, andesitas, tobas y piroclastos, que han dado lugar a superficies irregulares con pendientes suaves a moderadas en las zonas de acumulación, y pendientes más marcadas en las laderas de antiguos edificios volcánicos. Dichos materiales, al estar sometidos a procesos de meteorización, originan suelos de textura media a fina, generalmente profundos, fértiles y con buena capacidad de retención de agua, aunque con variaciones locales en su estabilidad dependiendo del grado de compactación y del tipo de depósito.

Dentro de esta provincia, Ixtapaluca se localiza en la subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac Sur, caracterizada por la coexistencia de planicies de relleno lacustre -remanentes del antiguo sistema formado por los lagos de Chalco y Texcoco- y elementos volcánicos como la Sierra Nevada al oriente. Esta configuración fisiográfica condiciona la hidrología del área, ya que las planicies de origen lacustre funcionan como zonas de acumulación y recarga somera, mientras que los conos volcánicos y lomeríos generan escurrimientos intermitentes que drenan hacia las depresiones internas.

Para el desarrollo del proyecto, esta información fisiográfica resultó relevante porque:

- Permitió anticipar variaciones en la resistencia mecánica del subsuelo asociadas a sedimentos lacustres blandos o depósitos piroclásticos poco consolidados.
- Ayuda a identificar posibles zonas de asentamientos diferenciales o riesgos geotécnicos como subsidencia local.
- Define el comportamiento de los escurrimientos pluviales, necesarios para diseñar los sistemas de drenaje del corredor.
- Contribuye a la evaluación de la compatibilidad del trazo con el relieve natural y las áreas de pendiente.

En su conjunto, la provincia fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac ofrece un contexto físico-territorial en el que interactúan elementos volcánicos y lacustres, los cuales han modelado un paisaje heterogéneo cuya comprensión ha sido fundamental para la adecuada planeación, diseño y operación del corredor de transporte propuesto.

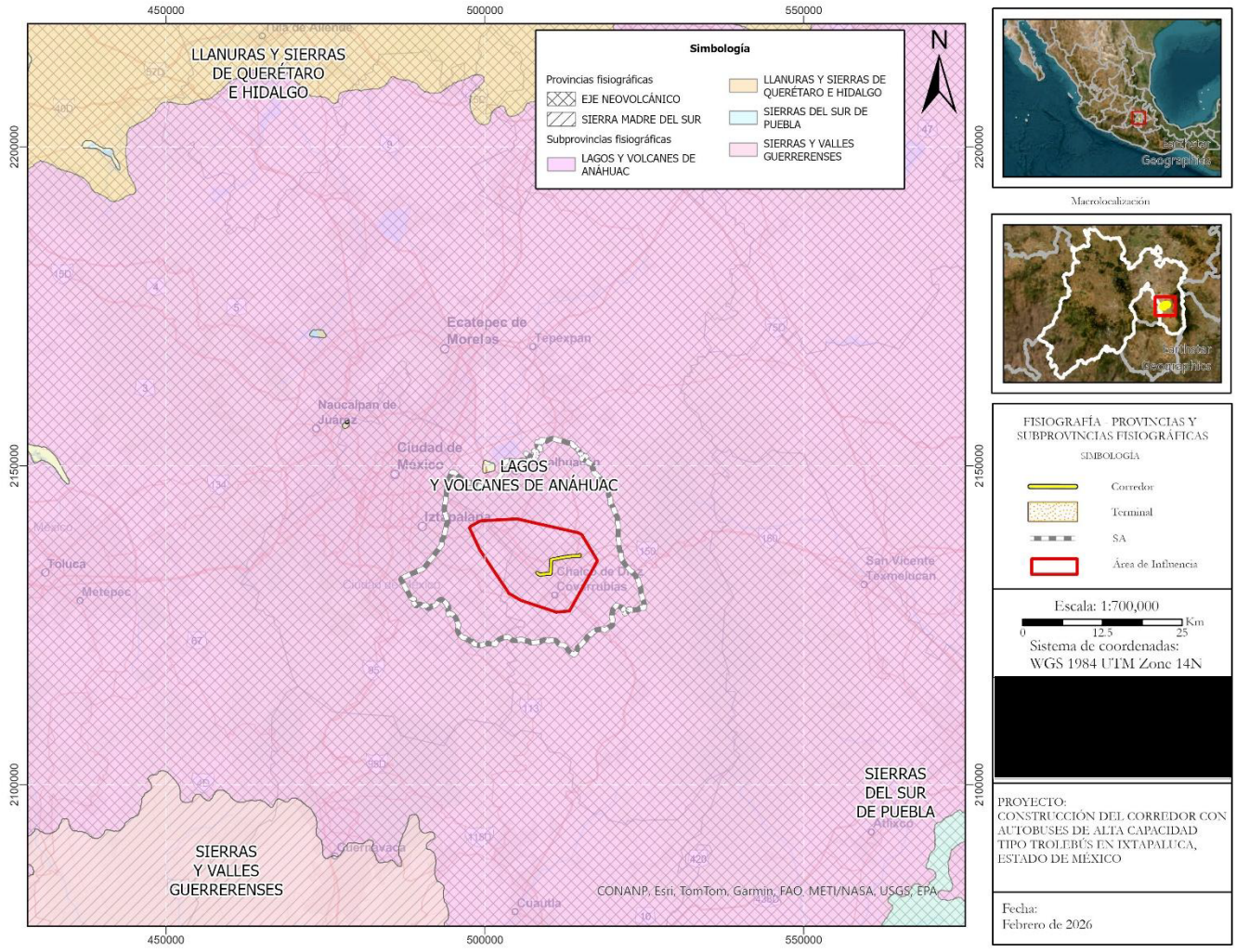


Figura 79. Provincias y subprovincias fisiográficas en el AP, su AI y su RE.

Topoformas

Las topoformas son unidades describen la estructura y características de la superficie, de acuerdo con su geología y topografía, su identificación permite reconocer características como elevaciones, formas de terreno como lomeríos, sierras, valles y planicies, las cuales influyen en factores como la pendiente, el

escurrimiento superficial, la estabilidad del suelo, susceptibilidad a procesos erosivos y la aptitud del terreno para la realización de actividades humanas. Para la identificación de las topoformas presentes en el RE se utilizó la carta de Fisiografía-Topoformas del INEGI a una escala de 1:300,000.

En el área donde se desarrollará el proyecto, el relieve corresponde a vaso lacustre, que consiste en una depresión topográfica, extensión de terreno o cuenca (natural o artificial) que contiene, o ha contenido, un cuerpo de agua (lagos, lagunas o presas). Por su dinámica hídrica, es una superficie contigua a cuerpos de agua que se cubre temporalmente durante la época de lluvias y retiene humedad o se reseca durante la temporada de estiaje.

En la Región Ecológica, se encuentran otras variantes de vaso lacustre:

- Vaso lacustre con lomerío. Zonas deprimidas que alternan con pequeñas elevaciones de terreno o colinas
- Vaso lacustre salino. Presentan alta concentración de sales.
- Vaso lacustre de piso rocoso o cementado. Es una depresión topográfica (antiguo lecho de lago) cuyo fondo carece de suelo suelto profundo. En su lugar, presenta una superficie plana o cóncava formada por roca sólida o por materiales clásticos altamente compactados y cementados (comúnmente asociado al tepetate o capas duras llamadas dúricas)

Adicionalmente, en el RE se encuentra un lomerío de basalto (adyacente a la zona de los volcanes; se caracteriza por una sucesión de colinas o lomeríos formados por derrames de lava basáltica. Estos relieves son producto de la actividad volcánica y se presentan frecuentemente acompañados de llanuras, mesetas o pequeños valles.

En términos de aptitud del terreno, la combinación de pendientes, variaciones altitudinales y heterogeneidad litológica establece restricciones para el desarrollo de infraestructura, particularmente en lo relativo a:

- Estabilidad de taludes
- Control de escorrentías
- Diseño de caminos y plataformas
- Medidas de prevención de erosión
- Manejo del agua pluvial

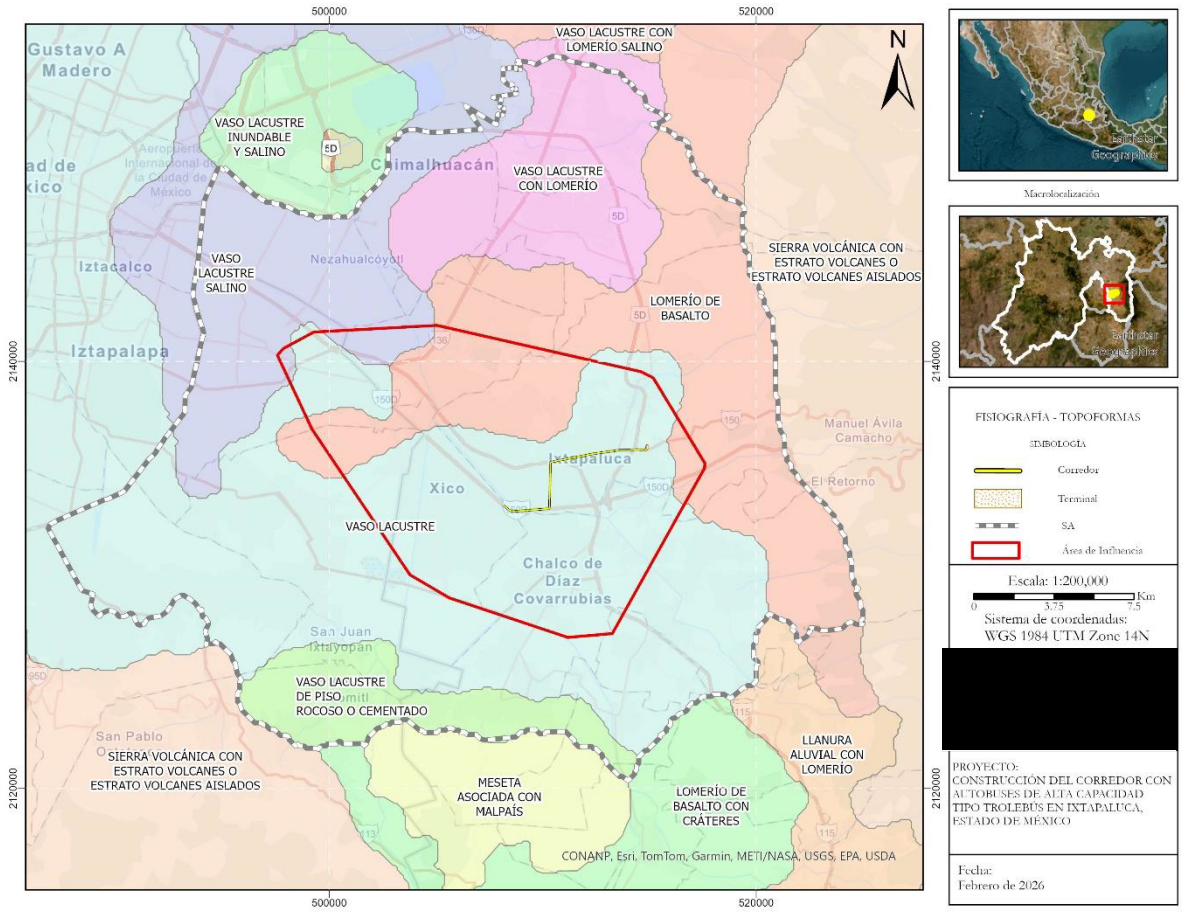


Figura 80. Sistemas de topoformas en el AP.

Geología

La Geología constituye un elemento fundamental en la caracterización del medio físico, ya que permite conocer el origen, composición y estructura de los materiales que conforman el terreno, así como los procesos que han dado lugar a la configuración actual del relieve. El análisis geológico es de gran importancia debido a que influye en la estabilidad del suelo, la infiltración del agua, la susceptibilidad a la erosión y las condiciones para el desarrollo de obras de infraestructura.

La región donde se localiza Ixtapaluca se encuentra inserta en lo que fue la cuenca del Valle de México, de origen lacustre en un valle cerrado, cercado por elevaciones volcánicas y una planicie central de aluvión, esto es, la totalidad del valle es de origen volcánico. Se identifican tres clases de roca, aluvial, volcanoclástico y roca ígnea extrusiva básica.

Parte del municipio de Ixtapaluca, se encuentra en el Campo Volcánico de la Sierra Nevada, en la cual se encuentran los volcanes Telapón, Iztaccíhuatl y Popocatépetl. Se creé que esta Sierra se formó en el Mioceno tardío-Pleistoceno temprano y que forma parte del cinturón volcánico mexicano.

Debido a la diversidad de formaciones volcánicas, también se encuentran diferentes tipos de rocas. La variedad geológica se describe en la siguiente tabla:

Tabla 49. Unidades geológicas presentes en el municipio de Ixtapaluca.

TIPO DE ROCA	SUPERFICIE (Km^2)	TOTAL MUNCICIPAL (%)
Basalto-Andesita	37.103	11.65
Aluvion	31.639	9.94
Lahar-Toba Andesitica	100.602	31.62
Andesita-Dacita	102.878	32.32
Andesita	45.188	14.19
Basalto	0.842	0.28
TOTAL	**318.255**	**100**

Fuente: Elaboración propia en la base a la Carta Geológica del Servicio Mexicano. Escala 1:250,000. SGM.

Según la carta geológica publicada por el Servicio Geológico Mexicano y archivo vectorial de fallas y fracturas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Dentro del municipio solo se han encontrado algunas fracturas inferidas, las cuales se localizan en la zona del volcán Telapón y una aislada cerca del volcán Iztaccíhuatl. Sin embargo, se pueden encontrar pequeñas fallas dentro del municipio las cuales pueden presentar algún tipo de peligro. Estas pueden estar presentes dentro de las zonas cerriles del mismo.

Por lo tanto, el territorio del municipio se ve afectado por una red de fracturas sobre el área montañosa. El mapa de fallas fue aplicado de acuerdo a la metodología SEDESOL-COREMI, 2004, se consideraron distancias de 50 metros. El municipio de Ixtapaluca se asienta en una región con poca densidad de fracturas pero que representan peligro de intensidad media. Asimismo, el tipo de roca presente en el área condiciona la formación de suelos, la disponibilidad de recursos minerales y el comportamiento hidrológico superficial y subterráneo.

De acuerdo con la cartografía geológica regional, el área del proyecto se localiza dentro de una zona dominada por materiales de origen volcánico, asociados a la evolución geológica de la Faja Volcánica Transmexicana, región caracterizada por intensa actividad volcánica durante el Cenozoico. En esta zona predominan ígneas extrusivas, tales como andesitas, basaltos, tobas y brechas volcánicas, así como depósitos piroclásticos y materiales sedimentarios recientes acumulados en las partes bajas de la Cuenca de México. Las unidades geológicas, presentes en el RE se describen en la siguiente tabla.

Tabla 50. Unidades geológicas presentes en el RE.

Nombre	Descripción	Simbología
Q(al)	Aluvión: grava arena y limos con interestratificación de ceniza volcánica.	Color Naranja Oscuro
Ts(A)	Andesita del Terciario	Color Verde Claro
Ts(Bvi)	Brecha volcánica intermedia	Color Morado
Ts(Tb)	Toba básica del Terciario	Color Verde Oscuro
Ts(bs)	Brecha sedimentaria	Color Naranja Claro
Q(la)	Sedimentos lacustres con interestratificación de ceniza volcánica en el valle de México.	Color Azul
Q(Tb)	Toba básica	Color Rojo

Nombre	Descripción	Simbología
Q(B)	Basalto	Color Gris
Q(B-Bvb)	Basalto- Brecha volcánica básica	Color Amarillo
Q(Bvb)	Brecha volcánica básica	Color Rosado

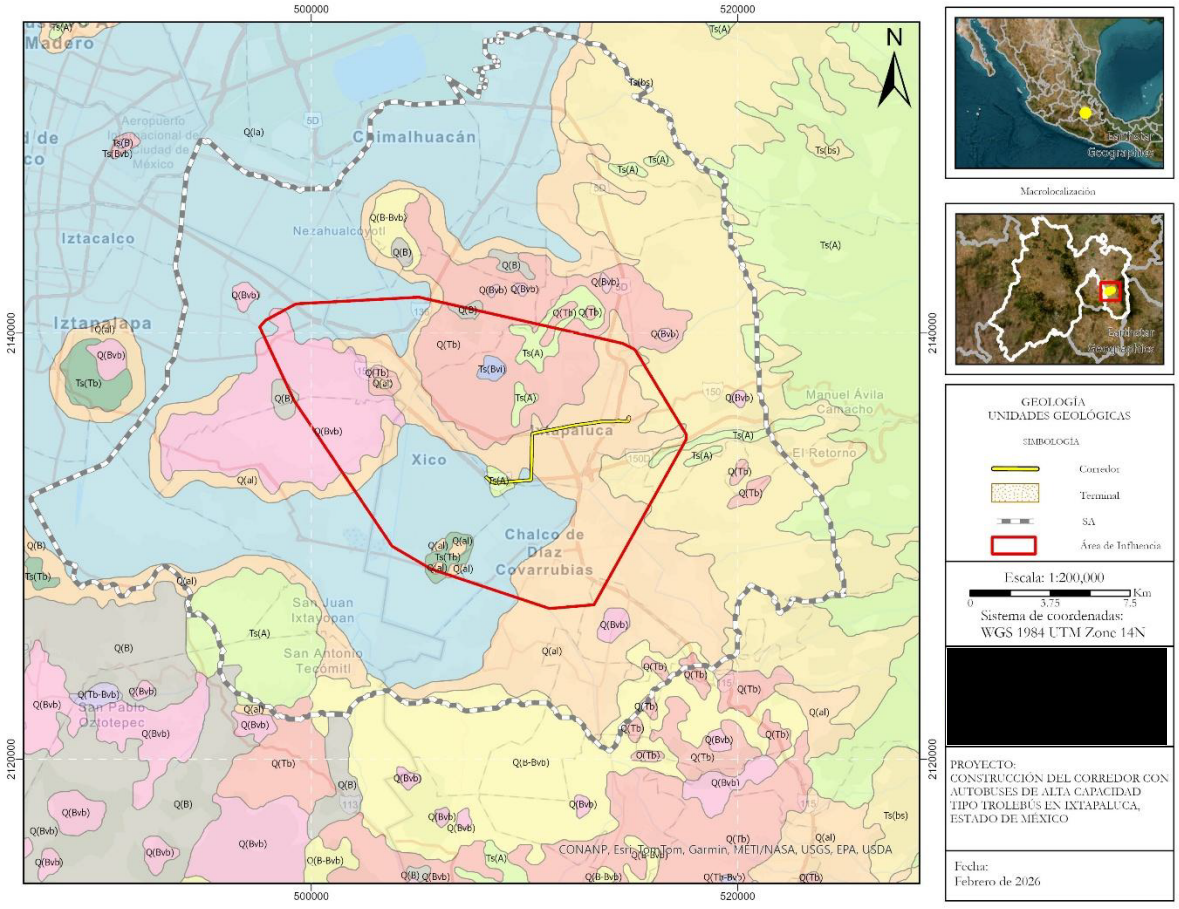


Figura 81. Unidades geológicas (rocas) en el AP, AI y RE.

Edafología

La edafología es la disciplina que permite identificar y analizar las características, químicas y biológicas del suelo, así como su relación con el entorno natural y las actividades humanas que se desarrollan sobre él. En el municipio de Ixtapaluca, el conocimiento de la composición y naturaleza de los suelos resulta fundamental para una adecuada planeación y ejecución de obras de infraestructura, tales como proyectos de transporte, actividades agrícolas. Desarrollos urbanos y programas de reforestación.

El aprovechamiento inadecuado del suelo y el cambio de uso del mismo pueden provocar procesos de degradación, reflejados en la pérdida de la estructura, disminución de la fertilidad, reducción de la biodiversidad edáfica y afectaciones a su estabilidad, lo cual incrementa la vulnerabilidad del entorno ante fenómenos como la erosión y la compactación.

En el municipio de Ixtapaluca, el conocimiento de las características edáficas es particularmente importante, debido a la presión derivada del crecimiento urbano, la infraestructura de transporte y las actividades agrícolas, las cuales pueden modificar las propiedades originales del suelo y afectar su estabilidad, capacidad de infiltración y fertilidad.

De acuerdo con la clasificación edafológica vigente, el área donde se desarrollará el proyecto del Trolebús en Ixtapaluca se encuentra sobre dos tipos principales de suelo. El tipo de suelo predominante corresponde a Tecnosol Escálico Úrbico (TC), característico de zonas con alta intervención humana.

Los Tecnosoles son suelos cuya formación ha sido alterada o creada a partir de actividades antrópicas, tales como rellenos, cortes, compactación y la incorporación de materiales ajenos al sustrato original. Este tipo de suelo es común en áreas urbanizadas y de infraestructura, presentando una estructura artificial, heterogeneidad en sus propiedades físicas y una capacidad limitada de mantener procesos ecológicos naturales, lo que los vuelve más susceptibles a procesos de compactación y erosión durante la ejecución de obras.

De manera secundaria, en el área de estudio se identifican duelos tipo Phaeozem Áplico Loámico (PH). Estos suelos se caracterizan por presentar un horizonte superficial oscuro, con contenido relativamente alto de materia orgánica, buena estructura y fertilidad natural. Generalmente se desarrollan bajo condiciones de pastizales naturales o áreas agrícolas, por lo que poseen mayor capacidad

productiva y mejores propiedades físicas en comparación con suelos de origen antrópico.

Tabla 51. Tipos de suelo presentes en el AP.

Nombre del suelo	Simbología
Tecnosol Escálico Úrbico	Color gris
Phaeozem Áplico Loámico	Color café

**De acuerdo con el trazo y áreas asociadas al proyecto.*

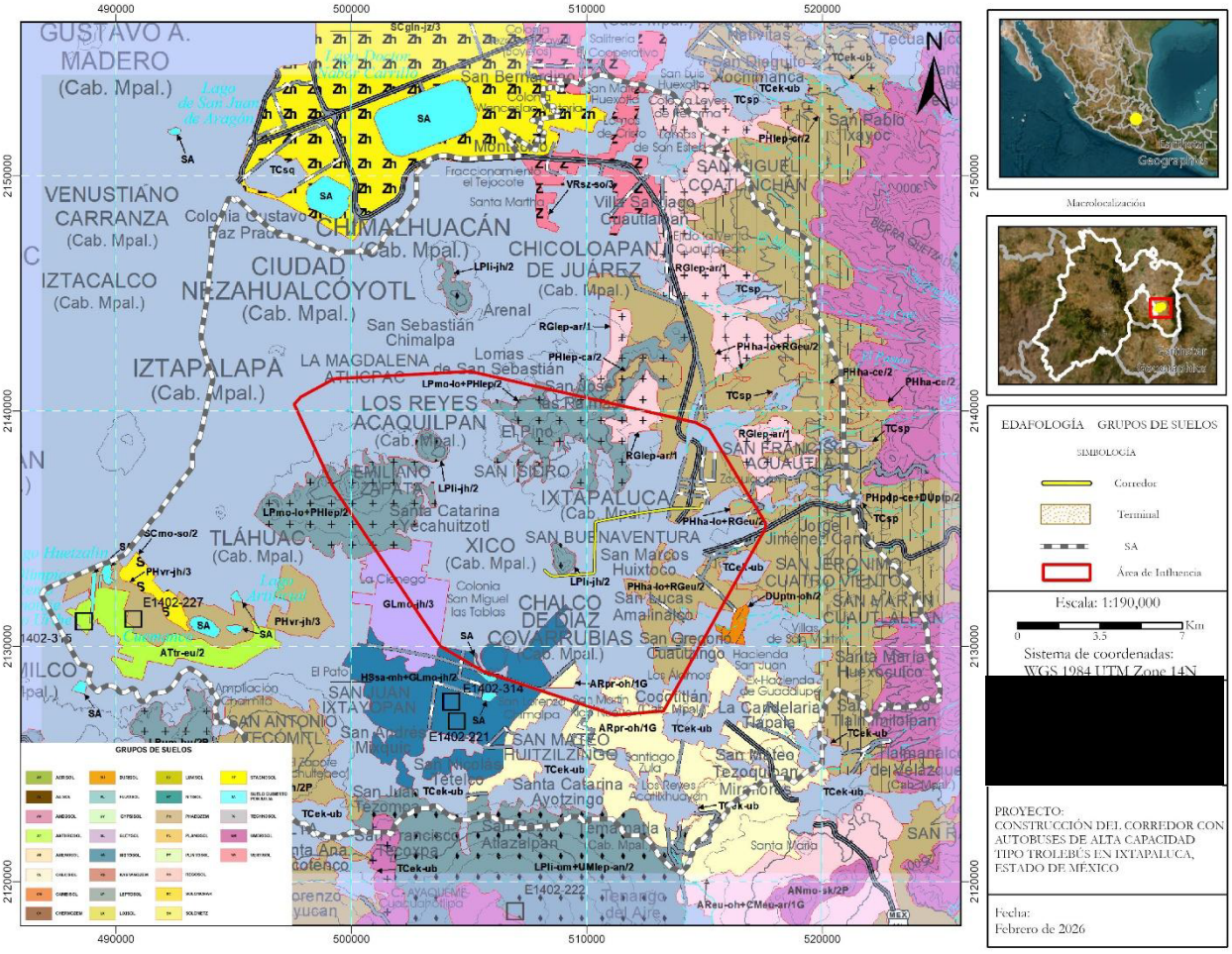


Figura 82. Unidades edafológicas (suelos) en el AP, AI y RE.

Hidrología

La hidrología superficial permite identificar la distribución y comportamiento de los escurrimientos, corrientes y obras hidráulicas presentes en la región, así como su relación con el drenaje natural del terreno.

Como se puede observar en la siguiente Figura, el trazo del proyecto se localiza dentro de la subcuenca Lago de Texcoco y Zumpango, la cual forma parte del sistema Hidrológico de la Cuenca de México, caracterizado por la presencia de antiguos vasos lacustres, canales artificiales y corrientes superficiales que regular el drenaje de la región. No cuenta con cuerpos de agua permanentes que nazcan o crucen el área. Solo existen arroyos intermitentes que solo adquieren relevancia en temporada de lluvias, como el Texcalhuey, Texcoco, Las Jícaras, La Cruz y San Francisco. Todos estos tienen su origen en los escurrimientos desde la Sierra Nevada y no son aprovechados, por lo que los eventuales excesos pluviales de caudal desembocan en el Canal de la Compañía, el cual se encuentra en el límite municipal al sur con los municipios de Valle de Chalco Solidaridad y Chalco.

Dentro del trazo del proyecto se identifican canales de operación, que forman parte de la infraestructura hidráulica utilizada para la conducción y control de escurrimientos, así como de corrientes intermitentes.

Dentro del área del proyecto, así como en su área de influencia, se identifican canales de operación que forman parte de la infraestructura hidráulica regional, los cuales cumplen funciones de conducción, regulación y control de escurrimientos. Asimismo, se reconocen corrientes superficiales de carácter intermitente, cuya presencia y caudal dependen principalmente de los eventos de precipitación durante la temporada de lluvias.

En términos generales, la región presenta una red hidrográfica dominada por corrientes intermitentes y cuerpos artificiales, lo cual es consistente con las características hidrológicas de la Cuenca de México, donde el drenaje natural ha sido modificado históricamente mediante obras hidráulicas para la regulación de escurrimientos, prevención de inundaciones y manejo de avenidas pluviales.

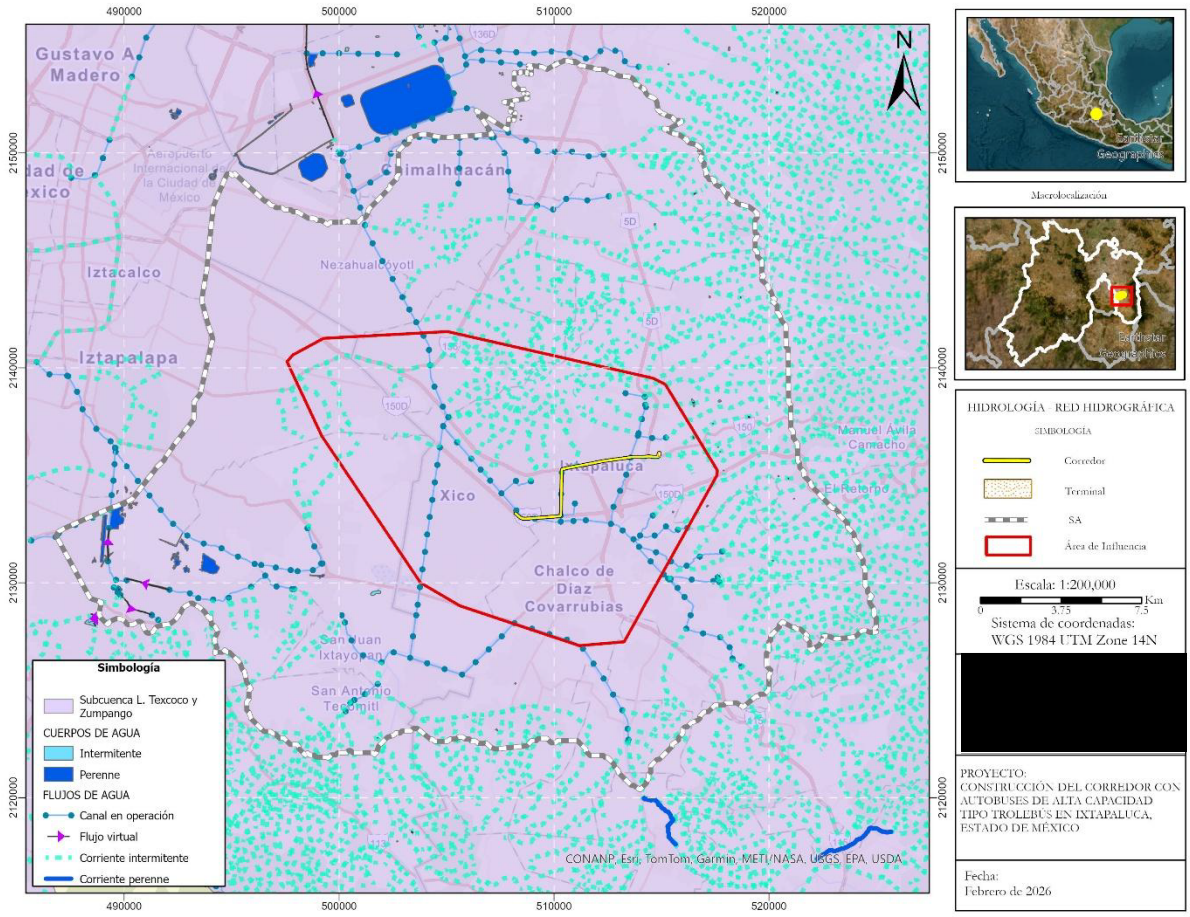


Figura 83. Red hidrográfica en el AP, AI y su RE.

3.2.1.1 Uso de suelo y vegetación

El uso de suelo y vegetación constituye uno de los elementos fundamentales para la caracterización del medio físico, ya que reflejan tanto las condiciones naturales del medio físico como las transformaciones derivadas de las actividades humanas. La identificación de estas unidades permite evaluar las áreas destinadas a conservación, producción agrícola, desarrollo urbano y otros aprovechamientos, así como evaluar la capacidad del medio para sostener dichas actividades. A demás el conocimiento de uso de suelo y la cobertura vegetal es esencial para valorar

posibles impactos sobre los recursos naturales, la biodiversidad, el suelo y el régimen hidrológico.

De acuerdo con la información cartográfica disponible, el cambio en el uso de suelos y vegetación presentes en el área del proyecto indican un entorno previamente modificado (ver siguiente Figura), con predominio de actividades agrícolas y presencia de zonas urbanizadas, se observan dos tipos de bosque Cultivado y Táscate, dos tipos de pastizales Halófilo y Cultivado, así como el tipo de matorrales Crasicaule. Los usos de suelo y vegetación encontrados en la Región Ecológica se encuentran enlistados en la siguiente Tabla.

Tabla 52. *Uso de Suelo y Vegetación correspondiente al RE.*

Nombre	Superficie Ha	Porcentaje (%)
Agricultura de Riego Anual	5449.3	6.9
Agricultura de Riego Semipermanente	13401.8	17.0
Agricultura de Temporal Anual	11727.8	14.9
Agricultura de Temporal Anual y Permanente	1689.4	2.1
Agricultura de Temporal Permanente	555.1	0.7
Asentamientos Humanos	36410.9	46.3
Bosque Cultivado	1506.5	1.9
Bosque de Táscate	141.6	0.2
Cuerpo de Agua	736.6	0.9

Nombre	Superficie Ha	Porcentaje (%)
Desprovisto de Vegetación	348.5	0.4
Matorral Crasicaule	302.3	0.4
Pastizal Halófilo	119.7	0.2
Pastizal Inducido	4523.5	5.8
N/A	1738.0	2.2

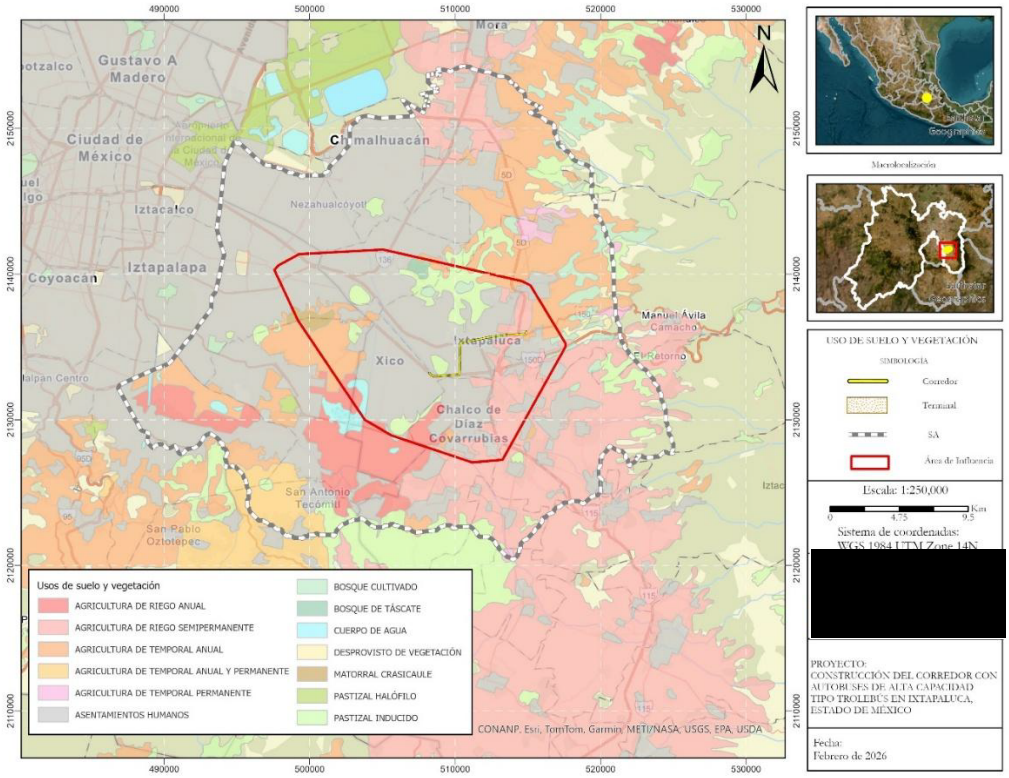


Figura 84. Uso de suelo y vegetación de la zona del proyecto

3.2.2 Componentes bióticos

3.2.2.1 Zonas de importancia biológica y/o ecológica

Para determinar el impacto ambiental que el proyecto “Transporte Urbano Tipo Trolebús en Ixtapaluca, Estado de México” tendrá sobre el entorno en el que se pretende desarrollar, es necesario reconocer las condiciones actuales (Línea base) del área del proyecto (AP) y particularmente, se deben reconocer las dinámicas ecológicas entre la flora y la fauna nativas que ocurren sobre las zonas que podrían verse impactadas; esto con la finalidad de proponer estrategias de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos directos e indirectos que se puedan generar sobre estos componentes bióticos.

Para una evaluación consistente, es necesario reconocer el contexto ecológico de la región y los factores que actualmente ejercen una presión ambiental sobre la flora y fauna presentes en el AP. En ese sentido se resalta que el proyecto tiene una pretendida ubicación sobre un entorno urbano, el cual ya está sometido a una fuerte presión antropogénica, derivada del crecimiento urbano histórico de la región.

El municipio de Ixtapaluca se localiza en la porción oriental del Valle de México, dentro de una región de transición ecológica que conecta ambientes de alta montaña de la Sierra Nevada con zonas urbanas en expansión. El gradiente altitudinal que presenta va de los 2,200 a más de 4,000 msnm, lo que favorece la presencia de diversos ecosistemas, principalmente bosques templados de coníferas y encinos, así como áreas agrícolas y remanentes de vegetación secundaria (INEGI, 2010).

No obstante, el área trazada para la ruta del proyecto en cuestión, se localiza en un área que en promedio oscila entre los 2240 y los 2260 msnm siendo zonas bajas que originalmente se encontraban dominadas por matorral xerófilo, con influencia de bosque tropical caducifolio; la vegetación actualmente presente ha sido profundamente transformada, dando lugar a comunidades secundarias altamente intervenidas, ya que esta área históricamente ha experimentado un deterioro progresivo en las últimas décadas. La expansión urbana asociada a la Zona Metropolitana del Valle de México, el cambio de uso de suelo, los incendios forestales y el pastoreo intensivo han provocado una disminución significativa de la cobertura forestal y la fragmentación de hábitats. En este contexto, los elementos vegetales registrados no representan asociaciones ecológicas naturales, sino ensambles artificiales o semicontrolados, donde coexisten especies nativas, exóticas y naturalizadas pastizal (INEGI, 2010; Millán-Aguilar, 2020),

Estos procesos han derivado en la pérdida significativa de la diversidad, reducción de poblaciones de fauna silvestre y alteración de procesos ecológicos clave, como los ciclos hidrológicos y la regeneración natural de la vegetación.

Actualmente la región se muestra mezclada conformando un paisaje que va desde lo urbano hacia lo semiurbano con zonas industriales, centros de población y comercio que limitan áreas de cultivo o de pastoreo, adicionalmente, se identifican acahuales urbanos, es decir, parches de vegetación secundaria que se desarrollan en terrenos abandonados o sin manejo, donde predominan especies oportunistas y de rápida colonización. Estos acahuales están compuestos principalmente por herbáceas ruderales y arbustos, incluyendo especies exóticas e invasoras como *Ricinus communis* y *Leonotis nepetifolia*, lo cual refuerza el carácter perturbado del sistema.

El área que pretende ocupar el proyecto se localiza predominantemente en una matriz urbana consolidada, donde la cobertura vegetal no responde a comunidades naturales conservadas, sino a vegetación inducida y manejada por actividades humanas. La mayor parte de los individuos registrados corresponden a árboles de alineación en camellones, jardinería urbana y plantas ornamentales cultivadas por la población, así como vegetación espontánea asociada a lotes baldíos, taludes y espacios residuales.

3.2.2.2 Metodologías para la caracterización del medio biótico

3.2.2.2.1 Región Ecológica (RE) y Área de Influencia (AI)

Para realizar la caracterización del medio biótico en la Región Ecológica (RE) y en el Área de Influencia, se desarrollaron listados de especies de flora y fauna con distribución potencial, con base en los registros realizados en las zonas más conservadas dentro de la Región Ecológica (RE) y Área de Influencia (AI), tales como las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Es importante precisar que el proyecto no incide en ANP o en zonas con algún grado de conservación.

3.2.2.2.2 Área del Proyecto (AP)

a) Selección de sitios

Para la caracterización del medio biótico en el Área del Proyecto (AP), se llevó a cabo un recorrido sobre todo el trazo del corredor para la selección de sitios con

presencia de arbolado urbano, esto con el fin de recopilar información para el análisis cualitativo y cuantitativo de la flora y su posible fauna asociada. Derivado de este recorrido, se determinó el levantamiento de 11 puntos de verificación ambiental (PV), situados principalmente sobre la avenida “Canal de Santa Barbara” en dirección sur-norte y sobre la carretera federal México-Puebla en dirección oeste-este, hasta el punto en donde se pretende la construcción de la base y estación de depósito de los autobuses tipo trolebús; estas dos vialidades se seleccionaron por el arbolado urbano presente en sus respectivos camellones centrales y áreas de vegetación adyacentes; quedando únicamente libre de puntos de verificación la sección del trazo correspondiente al tramo de “Caseta Vieja” hasta el entronque con la avenida “Canal de Santa Barbara”, el cual corresponde a un tramo elevado que se pretende desarrollar sobre la autopista México-Puebla; por lo anterior, en dicho segmento la presencia de flora y fauna es prácticamente inexistente. En la siguiente tabla se muestra la ubicación de los puntos de verificación para la caracterización del medio biótico en el AP.

Tabla 53. Coordenadas de los puntos de verificación de caracterización del medio biótico para el AP

Puntos de Verificación	Coordenadas		Referencia del punto	Uso de Suelo y Vegetación
	X	Y		
1	0510314	2133148	Av. Canal de Santa Barbara, casi entronque con Aut. México-Puebla	Urbano
2	510317	2133291	Av. Canal de Santa Barbara	Urbano
3	510330	2134058	Av. Canal de Santa Barbara	Urbano
4	510336	2134143	Av. Canal de Santa Barbara	Urbano
5	510341	2134492	Av. Canal de Santa Barbara	Urbano

Puntos de Verificación	Coordenadas		Referencia del punto	Uso de Suelo y Vegetación
	X	Y		
6	510355	2135064	Av. Canal de Santa Barabara	Urbano
7	511502	2135523	Carr. Federal México-Puebla	Urbano
8	513407	2135827	Carr. Federal México-Puebla	Urbano
9	514342	2135868	Carr. Federal México-Puebla	Urbano
10	514631	2135865	Carr. Federal México-Puebla	Urbano
11	514880	2135903	Predio destinado para la ubicación del depósito de autobuses tipo trolebús a un costado de la Carr. Federal México-Puebla	Agricultura de temporal anual.

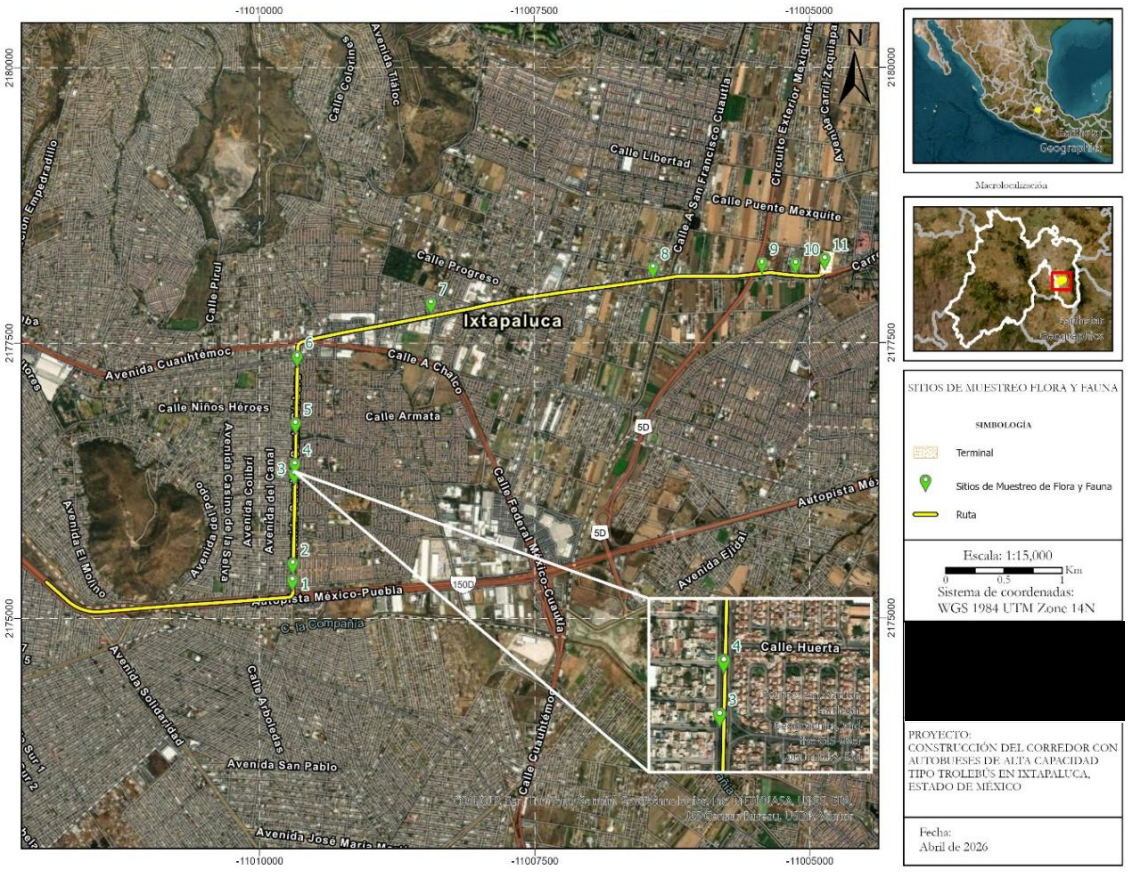


Figura 85. Sitios de caracterización del medio biótico para el AP.

En estos puntos de verificación ambiental se realizó un levantamiento general de información sobre las especies y abundancias de la vegetación y fauna presentes. La georreferenciación de cada sitio se realizó con un GPS Garmin etrex-22X® utilizando un datum WGS-84 y la toma de coordenadas en UTM (32). También se tomaron evidencias fotográficas hacia los cuatro puntos cardinales de cada punto de verificación para evidenciar las condiciones generales de cada sitio (Anexo I. Catálogo fotográfico de Puntos de Verificación).

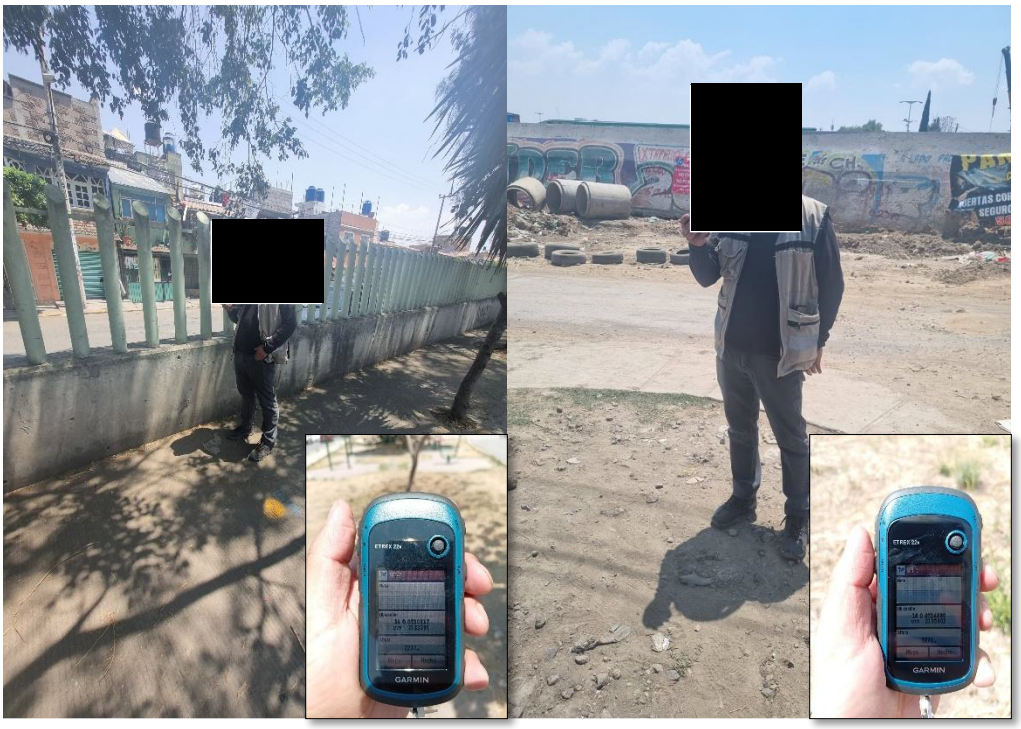


Figura 86. Toma de coordenadas de puntos de verificación

Lo anterior con el fin de reconocer la riqueza de especies de flora y fauna que juegan un papel en la dinámica ecosistémica del AP y que, para fines del presente estudio, resulta importante diagnosticar para proponer medidas de prevención y mitigación de los impactos que el desarrollo del proyecto pueda generar.

De conformidad con lo establecido en los artículos 13 y 44 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, la Manifestación de Impacto Ambiental debe integrar la descripción de la Región Ecológica y proporcionar la información necesaria y suficiente para identificar, describir y evaluar los impactos ambientales que pudieran derivarse del proyecto, así como para sustentar la propuesta de medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación.

En este sentido, el levantamiento de flora y fauna presentado en la MIA se diseñó bajo un enfoque metodológico dirigido a obtener información representativa y

pertinente del medio biótico en el área del proyecto y en puntos de verificación estratégicamente ubicados dentro de la Región Ecológica, priorizando aquellas zonas con potencial real de afectación derivada de las obras y actividades del proyecto.

Lo anterior obedece a que el área de estudio se localiza en un entorno predominantemente urbano y periurbano, caracterizado por un alto grado de perturbación antrópica, donde la cobertura vegetal se encuentra constituida principalmente por vegetación inducida, especies ornamentales, ruderales y, en su mayoría, exóticas, así como fauna asociada a ambientes antropizados, con dominancia de especies oportunistas y de amplia distribución. Estas condiciones reflejan una baja integridad ecológica, fragmentación del hábitat y homogeneidad en la composición biótica de la Región Ecológica, lo cual limita la presencia de comunidades naturales bien conservadas y reduce significativamente la variabilidad ecológica a escala regional.

Bajo este contexto, y en apego al principio de suficiencia técnica previsto en el artículo 44 del citado Reglamento, se determinó que la aplicación de un levantamiento exhaustivo a nivel de toda la Región Ecológica no resultaba necesaria, en virtud de que no aportaría información adicional relevante para la identificación y evaluación de impactos ambientales, ni modificaría las conclusiones del análisis ni las medidas de manejo ambiental propuestas. Por el contrario, el enfoque aplicado permite concentrar los esfuerzos de caracterización en las áreas donde efectivamente se generarán impactos directos e indirectos, garantizando así la pertinencia y utilidad de la información generada.

Cabe destacar que el levantamiento realizado incluyó el análisis de la composición, estructura y estado de conservación de la vegetación, así como la identificación de especies de fauna presentes, incorporando el uso de metodologías reconocidas y criterios de representatividad, lo cual permite contar con una línea base robusta y suficiente para evaluar los impactos asociados al proyecto.

En consecuencia, el promovente considera que el levantamiento de flora y fauna presentado cumple cabalmente con lo dispuesto en los artículos 13 y 44 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, al proporcionar información adecuada, suficiente, técnicamente sustentada y directamente vinculada con la evaluación de los impactos ambientales del proyecto, sin que resulte procedente la ampliación del muestreo a escala de la Región Ecológica en un contexto de alta alteración antrópica como el descrito.

A continuación, se describen los puntos de verificación para realizar la caracterización.

Primer Punto de Verificación

Coordenadas: X:0510314 / Y: 2133148

Descripción: El sitio se caracteriza por ser una intersección entre la lateral de la autopista México-Puebla y la Av. Canal de Santa Barbara. Se observa la presencia de algunos ejemplares arbóreos en el camellón central, entre los que destacan palmeras (Arecaceae) y *Opuntia* spp.; el entorno es altamente modificado, corresponde a una zona urbana con presencia de fauna exótica y adaptada a condiciones antropogénicas



Figura 87. Ubicación del primer punto de verificación



Figura 88. Registro de información del primer punto de verificación

Segundo Punto de Verificación

Coordenadas: X: 510317 / Y: 2133291

Descripción: El sitio se ubica en el centro del camellón (Av. Canal de Santa Barbara) en donde se observan algunos árboles de jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) y otras especies ornamentales. En los sitios adyacentes al camellón se observan unidades habitacionales y comercios, siendo un entorno urbano modificado, en cuanto a la fauna solo se observan especies de aves adaptadas a zonas urbanas.

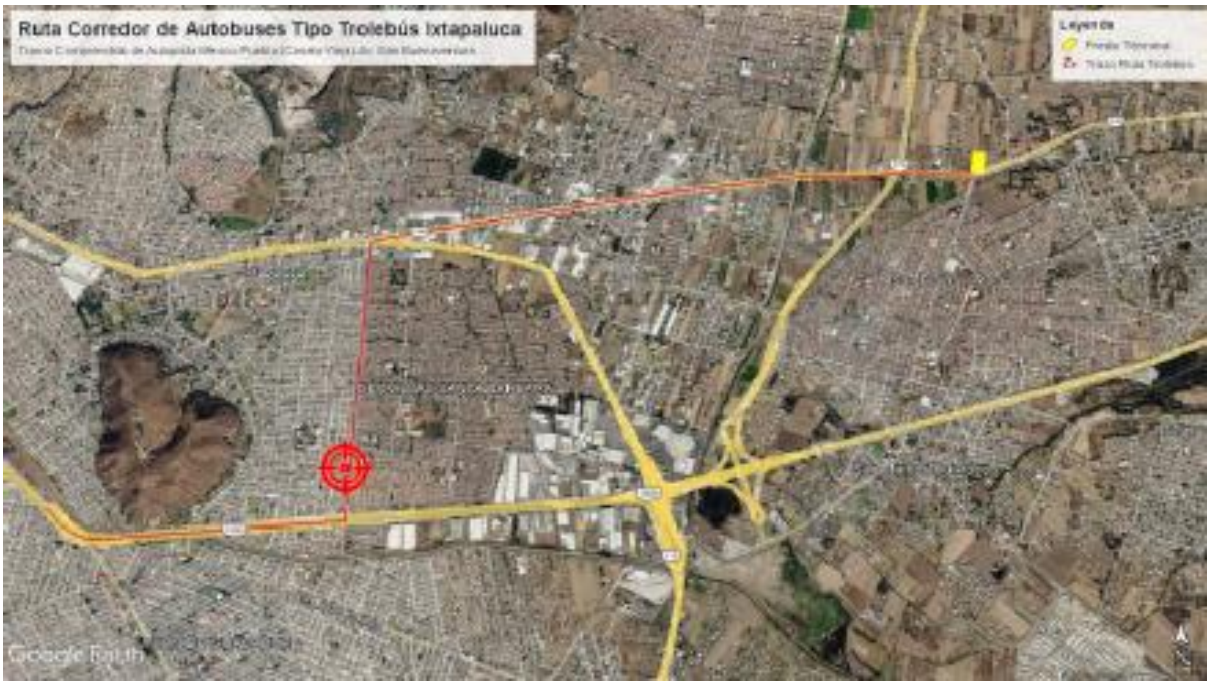


Figura 89. Ubicación del segundo punto de verificación



Figura 90. Registro de información del segundo punto de verificación

Tercer Punto de Verificación

Coordenadas: X: 510330 / Y: 2134058

Descripción: Este sitio es una continuación del camellón principal (Av. Canal de Santa Barbara). Se observa la presencia de árboles con mayor follaje entre ellos el Hule (*Ficus elástica*). En la zona adyacente se encuentran conjuntos habitacionales y locales comerciales, se observan especies de aves silvestres y exóticas adaptadas a entornos urbanos

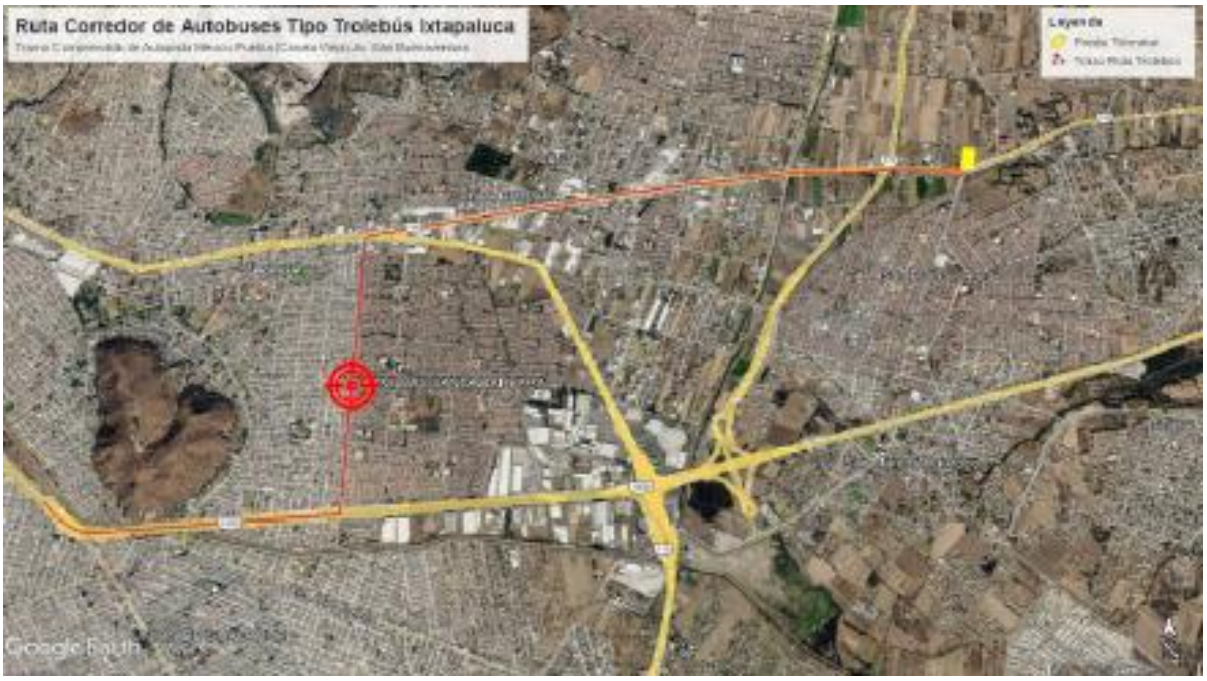


Figura 91. Ubicación del tercer punto de verificación



Figura 92. Registro de información del tercer punto de verificación

Cuarto Punto de Verificación

Coordenadas: X: 510336/ Y: 2134143

Descripción: Este sitio es una continuación del camellón principal (Av. Canal de Santa Barbara). Se observa la presencia de árboles con mayor follaje entre ellos el Colorín (*Erythrina coralloides*). En la zona adyacente se encuentran conjuntos habitacionales, la fauna observable consiste únicamente en especies de aves adaptadas a entornos urbanos.



Figura 93. Ubicación del cuarto punto de verificación



Figura 94. Registro de información del cuarto punto de verificación

Quinto Punto de Verificación

Coordenadas: X: 510341/ Y:2134492

Descripción: Este sitio es una continuación del camellón principal (Av. Canal de Santa Barbara), en donde la vegetación presente continúa siendo principalmente de tipo ornamental, algunas especies se observa que han sido sembradas por los colonos de la zona, ya que se encuentran en jardineras y/o macetones decorados; la fauna observable consiste únicamente en especies de aves urbanas.



Figura 95. Ubicación del quinto punto de verificación



Figura 96. Registro de información del quinto punto de verificación

Sexto Punto de Verificación

Coordenadas: X: 510355/ Y: 2135064

Descripción: Este sitio es una continuación del camellón principal (Av. Canal de Santa Barbara). Se observa la presencia de árboles como el laurel de la india (*Ficus benjamina*) y yuca (*Yucca* sp.) ambas especies pertenecientes al arbolado urbano

del camellón mismo, la fauna observable consiste igualmente, únicamente en especies de aves urbanas.

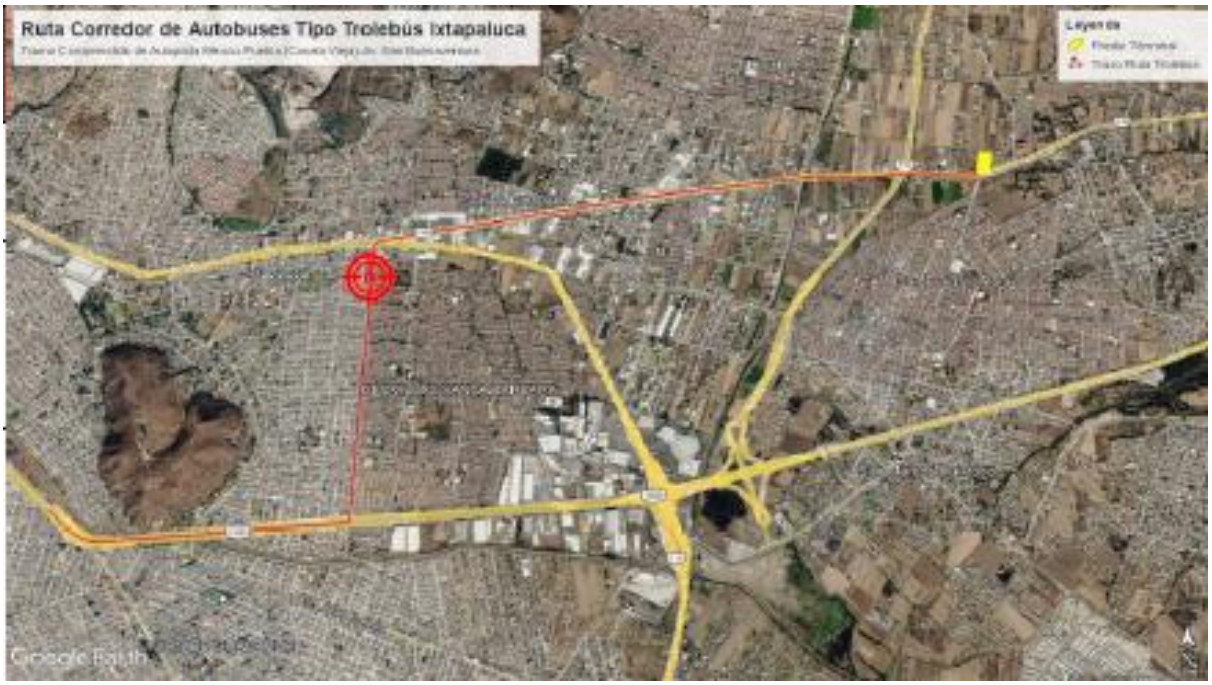


Figura 97. Ubicación del sexto punto de verificación



Figura 98. Registro de información del sexto punto de verificación

Séptimo Punto de Verificación

Coordenadas: X: 511502/ Y:2135523

Descripción: Este sitio se encuentra sobre la Carretera Federal México-Puebla. Es un camellón con árboles de Álamo (*Populus alba*) que se extiende por al menos un kilómetro. En las zonas adyacentes hay presencia de centros comerciales y comercios pequeños, así como algunos conjuntos habitacionales; la vegetación es muy escasa y la presencia de la fauna está limitada únicamente a algunas especies de palomas exóticas y otras aves urbanas.



Figura 99. Ubicación del séptimo punto de verificación

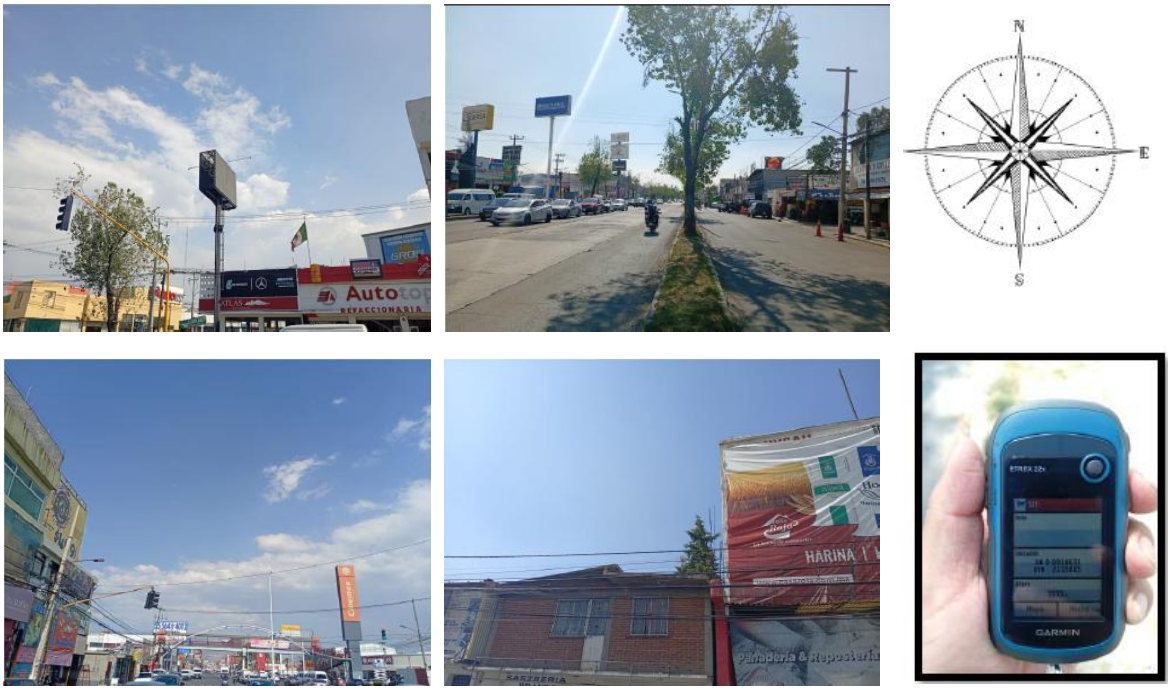


Figura 100. Registro de información del séptimo punto de verificación

Octavo Punto de Verificación

Coordenadas: X: 513407/ Y:2135827

Descripción: Este sitio se encuentra sobre la Carretera Federal México-Puebla. Es un camellón con presencia de plantas cultivadas incluyendo ciprés común (*Cupressus sempervirens*) que se extiende por al menos un kilómetro, la abundancia es baja y no hay más especies de flora, en cuanto a la fauna solo se observan especies de palomas domésticas y otras especies de zonas urbanas



Figura 101. Ubicación del octavo punto de verificación

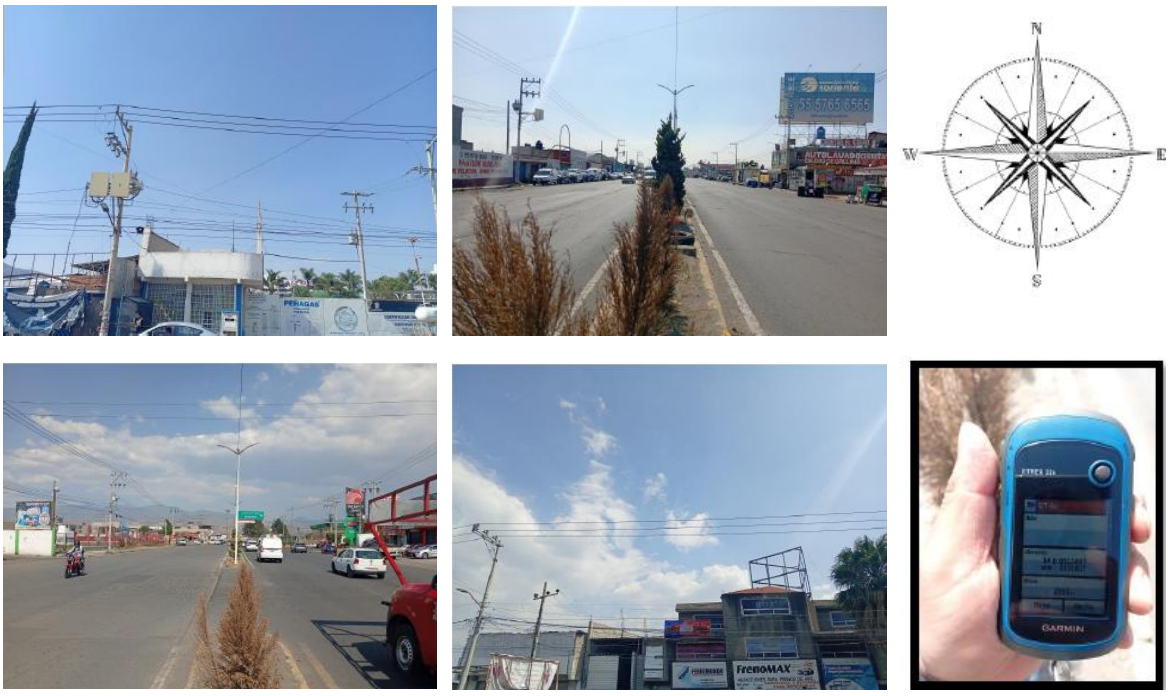


Figura 102. Registro de información del octavo punto de verificación

Noveno Punto de Verificación

Coordenadas: X:514342 / Y: 2135868

Descripción: Este sitio se encuentra sobre la Carretera Federal México-Puebla. Es una zona que presenta una menor presencia de viviendas y locales comerciales, se observa la presencia de terrenos baldíos cubiertos de vegetación exótica invasora y característica de zonas perturbadas, que incluye ricino (*Ricinus communis*) y bola de rey (*Leonotis nepetifolia*). También se observa un canal de agua residual, sobre el costado derecho, rumbo a Puebla y la presencia de residuos orgánicos e

inorgánicos, la fauna observable está conformada por aves de zonas urbanas, que usan principalmente los árboles al margen del canal de agua residual.



Figura 103. Ubicación del noveno punto de verificación



Figura 104. Registro de información del noveno punto de verificación

Décimo Punto de Verificación

Coordenadas: X: 514631/ Y:2135865

Descripción: Este sitio se encuentra sobre la Carretera Federal México-Puebla. Es un camellón con presencia de plantas cultivadas incluyendo ciprés común (*Cupressus sempervirens*) que se extiende por al menos un kilómetro. En las zonas adyacentes se observa la presencia de unas construcciones, como bodegas y algunos lotes baldíos, la fauna observable está conformada por varias especies de aves, aunque todas ellas de adaptación urbana.



Figura 105. Ubicación del décimo punto de verificación



Figura 106. Registro de información del décimo punto de verificación

Onceavo Punto de Verificación

Coordenadas: X: 514880 / Y: 2135903

Descripción: Esta zona constituye un terreno destinado para la agricultura de temporal, el cual se pretende como depósito para los autobuses tipo trolebús, se observa la presencia de algunas plantas herbáceas indicadoras de perturbación; En la zona adyacente oriente esta la presencia de un depósito de madera, hay abundantes residuos sólidos urbanos acumulados en la zona y se observan algunas especies de aves semilleras como el pinzón mexicano y otras especies bien

adaptadas a zonas urbanas, entre las que se encuentran algunas especies de palomas.



Figura 107. Ubicación del onceavo punto de verificación



Figura 108. Registro de información del onceavo punto de verificación

b) Muestreo

Una vez seleccionados los sitios, se procedió a realizar el levantamiento de información a través de un muestreo sistemático adaptado a condiciones urbanas y periurbanas, priorizando la representatividad de la vegetación presente en espacios lineales y fragmentados. Considerando las limitaciones físicas de los camellones y entronques viales, se optó por sustituir el esquema de cuadrantes concéntricos por un muestreo mediante transectos lineales estratificados.

La selección de los sitios de muestreo se efectuó en correspondencia con los puntos de verificación (PV), priorizando aquellos con presencia suficiente de cobertura vegetal, principalmente en camellones amplios, glorietas y zonas adyacentes a vías federales. En cada sitio se establecieron transectos de longitud variable (entre 50 y 100 metros, dependiendo de la disponibilidad de área continua de vegetación), sobre los cuales se registraron las especies presentes (Ver siguiente figura).



Figura 109. Registro de información de especies de flora en los PV

Muestreo de flora

A lo largo de cada transecto, el registro de flora se organizó por estratos, con el objetivo de mantener comparabilidad con metodologías de inventario vegetal, conforme a los siguientes criterios de estratificación:

- **Estrato arbóreo:** se registraron todos los individuos presentes a lo largo del transecto, considerando variables como diámetro a la altura del pecho (DAP), altura aproximada y cobertura de copa. Se reconoce que, en el contexto urbano, muchas de estas especies corresponden a individuos plantados con fines ornamentales o de alineación.

- **Estrato arbustivo:** se incluyeron especies leñosas de menor porte, tanto ornamentales como de crecimiento espontáneo, registrando su presencia y abundancia relativa a lo largo del transecto.

- **Estrato herbáceo:** se caracterizó mediante subunidades de muestreo puntuales (por ejemplo, cuadros de 1 m² colocados sistemáticamente cada cierto intervalo dentro del transecto), enfocándose en especies ruderales y arvenses asociadas a disturbio urbano.

- **Estrato de cactáceas y rosetófilas:** se registraron de manera continua dentro del transecto, incluyendo tanto individuos cultivados como naturalizados (por ejemplo, nopales y magueyes).

Este enfoque permitió adaptar el levantamiento a la geometría y condiciones reales del entorno urbano, asegurando mayor factibilidad en campo y una mejor representación de la vegetación presente; la identificación de las especies se llevó a cabo mediante el registro y observación de caracteres taxonómicos relevantes y el uso de guías de identificación de flora de entornos urbanos y flora nativa del valle de México, mediante estos registros, se elaboró un catálogo fotográfico de las especies de flora observadas e identificadas en el que se detallan algunos aspectos de su biología, ecología y distribución.

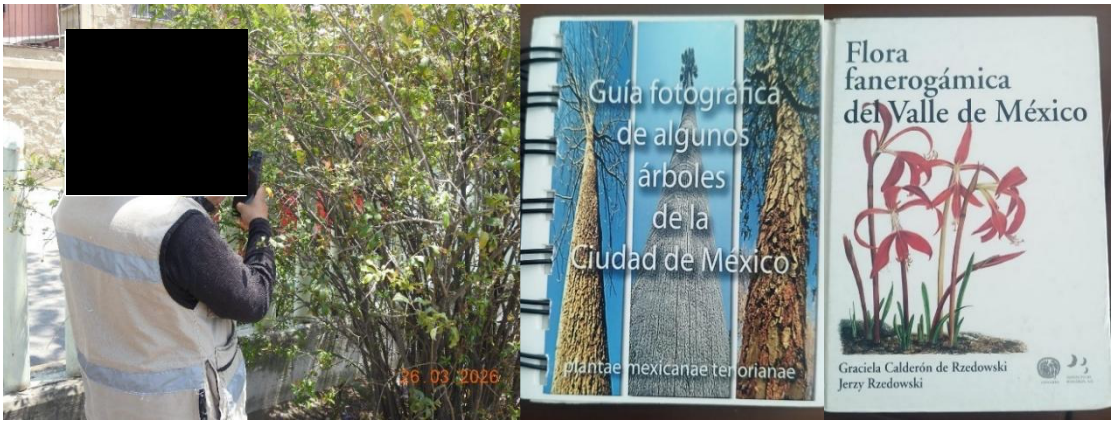


Figura 110. Registro fotográfico de inflorescencia para identificación mediante guías taxonómicas.

Es importante destacar que este tipo de métodos de muestreo para la vegetación pueden ser implementados en áreas de poca perturbación y/o con una superficie suficiente para realizarlos, otro punto a considerar es que este muestreo fue modificado con la finalidad de precisar y adaptar los métodos de CONAFOR (2015), a los diferentes proyectos de impacto ambiental.

Muestreo de fauna

La caracterización de la fauna silvestre se realizó en los 11 puntos de verificación de la flora**.** En cada punto se efectuó un reconocimiento cualitativo de las condiciones ambientales predominantes, así como de las áreas colindantes, considerando su orientación respecto a los cuatro puntos cardinales**,** con el objeto de identificar los elementos del entorno que influyen en la presencia, distribución y actividad de la fauna silvestre**.**

En cada sitio se llevó a cabo el registro de las especies observadas y/o detectadas**,** así como de sus abundancias absolutas**,** mediante la aplicación de la técnica de conteo por puntos fijos, conforme a metodologías ampliamente utilizadas en estudios de impacto ambiental. Cada punto contó con un radio de observación aproximado de 50 m y un tiempo de muestreo de aproximadamente de 20 minutos, durante el cual se registró la actividad faunística detectable de manera directa.

La aplicación de esta metodología permitió identificar las especies presentes, así como evaluar de manera preliminar las condiciones del hábitat y los factores que pueden favorecer o limitar la presencia de fauna silvestre dentro del área del proyecto, información que sirve de base para el análisis de impactos ambientales y la definición de medidas de prevención y mitigación.

Esta información fue utilizada para elaborar la base de datos que sirvieron para el análisis de la composición, la estructura de las comunidades faunísticas y el listado general de especies. Siempre que fue posible, las especies fueron fotografiadas con cámaras profesionales Nikon P-900® como se muestra en la siguiente Figura, esto se debió a que algunos ejemplares, por sus hábitos o su propia biología criptica solían avistarse de manera fugaz o fortuita. La determinación fue corroborada mediante el uso de guías de identificación (Del Olmo, 2013).



Figura 111. Observación y registro fotográfico de aves en los PV.

Como ya se ha mencionado, la fauna identificada a lo largo del trazo del proyecto está compuesta únicamente por especies adaptadas a zonas urbanas, entre las cuales destaca la avifauna por ser el único grupo de vertebrados silvestres mayormente notorio y que tiene las capacidades de desplazamiento necesarias para adaptarse a estas condiciones, las especies observadas fueron corroboradas e identificadas mediante la guía de aves comunes de la ciudad de México.

c) Análisis de datos

Existen distintos métodos para determinar la diversidad en función de las variables biológicas, estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de índices, los cuales, según Bolfor (2000), normalmente se aplican dentro de las formas de vida o dentro de estratos.

Para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, se llevó a cabo la separación de los componentes en *alfa* y *gamma* (Whittaker, 1972). La diversidad *alfa* es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea y la diversidad *gamma* es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades *alfa* como de las diversidades *gamma* (Whittaker, 1972).

Con base en lo anterior, para este estudio fue necesario analizar las comunidades biológicas en términos de su diversidad y estructura, para lo cual se calcularon diversos índices ecológicos. Dichos índices se obtuvieron mediante el uso del

software Past versión 4.0, el cual utiliza fórmulas clásicas programadas en su algoritmo:

- Índice de Shannon-Wiener

Este es un índice de diversidad, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Toma valores entre 0 cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando se trata de comunidades altamente diversas, cuando todas las especies están bien representadas por el mismo número de individuos tendiendo hacia 5 cuanto se trata de comunidades mega diversas.

Se calcula mediante la siguiente ecuación (Moreno, 2001).

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi \, \mathrm{Ln}\, pi$$

Donde:

pi = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa por especie), definida por la ecuación ni/N; donde ni=número de individuos de la especie i y

N=número de individuos de todas las especies.

Ln = Logaritmo natural

- Índice de Riqueza de Margalef (Mg)

Esta es una medida utilizada para estimar la biodiversidad en términos de riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, en la cual, a mayor valor, mayor riqueza; toma valores de cero cuando hay una sola especie y varía con el tamaño de la muestra, aunque de forma no predecible (Moreno, 2001). La fórmula es:

$$\mathrm{Mg} = \frac{(\mathrm{S} - 1)}{\mathrm{LogN}}$$

Donde:

S = Número de especies

N = Número de individuos

- Índice de Equitabilidad

El índice de equitatividad mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, que tan uniforme es un ecosistema (BOLFOR, 2000) y se calcula de la siguiente forma:

$$J' = \frac{H'}{Ln\ (S)}$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

S = Número total de especies.

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

- Índice de Dominancia de Simpson (D)

La Dominancia de Simpson (D) es un índice ecológico que mide la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar de una comunidad sean de la misma especie; un valor alto de D (cercano a 1) indica alta dominancia y baja diversidad, mientras que un valor bajo (cercano a 0) sugiere mayor diversidad y equitatividad, su fórmula se expresa como:

$$D = \sum_{i}^{S} (pi)$$

Donde:

pi= Proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos en la muestra.

- Índice de Valor de Importancia IVI (Solo para vegetación)

El índice de valor de importancia ecológica de cada especie se obtiene mediante la suma de los parámetros de la estructura horizontal, sumando sus valores de densidad, dominancia y frecuencia, lo cual nos proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad de estudio, varía de 0 a 300, mientras sea mayor el valor obtenido, mayor será la influencia de esa especie en el ecosistema (Franco *et al.*, 1989), así pues, la formula usada fue:

$$IVI = DENSIDAD\ RELATIVA + FRECUENCIA\ RELATIVA + DOMINANCIA\ RELATIVA$$

La densidad relativa y frecuencia relativa se calcularon de acuerdo con Zarco, *et al.* (2010) de la siguiente manera:

- **D_R** = Densidad relativa: Densidad de una especie referida a la densidad total de todas las especies del área multiplicada por 100.
- **Densidad** = Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.
- **F_R** = Frecuencia relativa: Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies multiplicada por 100.
- **Frecuencia** = Número de muestras en las que se encuentra una especie.
- **Do_R** = Dominancia relativa: Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies multiplicada por 100.
- **Dominancia** = Es la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.

3.2.2.3 Resultados de la caracterización del medio biótico

3.2.2.3.1 Medio biótico en la RE y el AI

a) Flora

En la siguiente tabla se presenta el listado general de especies de flora y fauna que presentan distribución potencial dentro de la Región Ecológica definido para el proyecto “Transporte Urbano Tipo Trolebús en Ixtapaluca, Estado de México”, este incluye áreas naturales y sitios que aún conservan sus ecosistemas ya sea en condiciones secundarias o bien fragmentos primarios remanentes de una vegetación original que ha sido fuertemente impactada por el crecimiento urbano y expansión de la zona metropolitana del Valle de México.

Las áreas con mayor grado de conservación dentro de la Región Ecológica son:

- Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco
- Lago Tláhuac-Xico
- Parque Estatal Santuario del agua Lagunas de Xico
- Sierra de Santa Catarina
- Cerro Pino Grande y Pino Chico
- San José Chalco
- Cerro del Elefante

El listado de especies incluye la categoría de riesgo/conservación, de las especies, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo normativo III.

Dicho listado potencial, fue elaborado a partir de la búsqueda de registros de especies en bases de datos digitales de colecciones científicas disponibles en GBIF y Naturalista, los cuales fueron filtrados por los grupos de interés y conforme a las regiones correspondientes al Región Ecológica. Obteniendo de esta forma un total de 509 especies de plantas nativas que pudieran localizarse en la Región Ecológica. Es importante precisar que estas especies no reflejan la distribución en el Área del Proyecto, ya que las especies que se encuentran en ésta son predominantemente urbanas.

Tabla 54. Listado de especies de flora con distribución potencial en la Región Ecológica.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Dichromanthus cinnabarinus*	Cutzis	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave mapisaga*	Maguey manso	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Milla biflora*	Estrellita	-
Liliopsida	Asparagales	Iridaceae	*Tigridia vanhouttei*	Jahuique	-
Liliopsida	Liliales	Liliaceae	*Calochortus barbatus*	Ayatito	-
Liliopsida	Asparagales	Amaryllidaceae	*Zephyranthes fosteri*	Mayito	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	-
Liliopsida	Asparagales	Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Azucena de agua	-
Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Bletia campanulata*	Flor de muertos	-
Liliopsida	Asparagales	Amaryllidaceae	*Zephyranthes formosissima*	Lirio azteca	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Yucca filifera*	Palma pita	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agavoideae*	Magueyes, yucas y parientes	-
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Tradescantia virginiana*	Tradescantia de Virginia	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Bouteloua gracilis*	Navajita	-
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Tinantia erecta*	Flor pata de gallo	-
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Chloris submutica*	Pata de gallo mexicano	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	-
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Tradescantia crassifolia*	Matlaxóchitl	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo plateado	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Echeandia flavescens*	Coyamol	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave americana*	Maguey Blanco	-
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Commelina tuberosa*	Hierba del pollo	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Chloris virgata*	Barbas de indio	-
Liliopsida	Asparagales	Iridaceae	*Nemastylis tenuis*	Zacaya	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Commelina dianthifolia*	Casalá	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Yucca gigantea*	Izote gigante	-
Liliopsida	Poales	Bromeliaceae	*Tillandsia usneoides*	Paxtle	-
Liliopsida	Asparagales	Amaryllidaceae	*Nothoscordum bivalve*	Cebolleta	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Nolina parviflora*	Palma zoyate	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Bromus carinatus*	Bromo de California	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Furcraea parmentieri*	Falso maguey grande	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave asperrima*	Maguey Áspero	-
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	*Washingtonia robusta*	Palma blanca	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave obscura*	lechuguilla Bronca	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave vivipara*	Maguey espada	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Yucca periculosa*	Izote	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Liliopsida	Asparagales	Amaryllidaceae	*Hymenocallis harrisiana*	Amole	-
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Tradescantia sillamontana*	Barquito	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave inaequidens*	Lechuguilla	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Bothriochloa*	Pastos popotillo	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Echinoagave stricta*	Gallinita	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Heteropogon contortus*	Barba negra	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Muhlenbergia robusta*	Zacate de escobillas	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Dasylirion acrotrichum*	Sotol verde	-
Liliopsida	Alismatales	Araceae	*Xanthosoma robustum*	Hoja elegante	-
Liliopsida	Asparagales	Amaryllidaceae	*Zephyranthes minuta*	Flor de Mayo	-
Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Sarcoglottis schaffneri*	Orquídea Mexicana Terrestre de Lengua Carnosa	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave kerchovei*	Maguey rabo de león	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave applanata*	Maguey de Castilla	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave atrovirens*	Maguey pulquero	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Bacanora	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Bothriochloa laguroides*	Popotillo	-
Liliopsida	Asparagales	Amaryllidaceae	*Zephyranthes carinata*	Cefirante	-
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Gibasis pellucida*	Velo de novia	-
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	*Cyperus strigosus*	Junco color popote	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave palmeri*	Lechuguilla	-
Liliopsida	Dioscoreales	Dioscoreaceae	*Dioscorea galeottiana*	Chipahuaxihuite	-
Liliopsida	Asparagales	Iridaceae	*Tigridia pavonia*	Oceloxóchitl	-
Liliopsida	Asparagales	Amaryllidaceae	*Allium glandulosum*	Cebollera	-
Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Tradescantia pallida*	Niata en barco	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Sporobolus airoides*	Zacate alcalino	-
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	*Chamaedorea elegans*	Comedor de cambray	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Hilaria cenchroides*	Espiga negra	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Liliopsida	Poales	Bromeliaceae	*Tillandsia punctulata*	Gallo	-
Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Aulosepalum pyramidale*	Orquídea blanca piramidal	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Manfreda pringlei*	Amole	-
Liliopsida	Asparagales	Iridaceae	*Tigridia multiflora*		-
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	*Cyperus seslerioides*	Zacate de toche	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Jarava ichu*	Ichu	-
Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	*Pontederia cordata*	Espigas de agua	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Hordeum jubatum*	Cebada cimarrona	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Chascolytrum subaristatum*	Linternita	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave cupreata*	Maguey papalote	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	-
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	*Washingtonia filifera*	Palma abanico	-
Liliopsida	Poales	Poaceae	*Zea mays*	Maíz	-
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave marmorata*	Maguey tepetate	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave tequilana*	Agave azul	-
Liliopsida	Poales	Cyperaceae	*Cyperus manimae*	Ctlalesquite	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tithonia tubaeformis*	Gigantón	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Anoda cristata*	Alache	-
Magnoliopsida	Nymphaeales	Nymphaeaceae	*Nymphaea mexicana*	Ninfa mexicana	-
Magnoliopsida	Ericales	Pentaphylacaceae	*Ternstroemia sylvatica*	Capulincillo	-
Magnoliopsida	Myrtales	Lythraceae	*Cuphea hyssopifolia*	Falso brezo mexicano	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Oenothera rosea*	Hierba del golpe	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Oenothera suffrutescens*	onagra de olor	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Cosmos bipinnatus*	Girasol morado	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea stans*	Tumba vaqueros	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Cornales	Loasaceae	*Mentzelia hispida*	-	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Zinnia peruviana*	Gallito de monte	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum douglasii*	hierba mora	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Sanvitalia procumbens*	Ojo de gallo	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum rostratum*	Ayohuiztle	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia radians*	Colecitas	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Gymnosperma glutinosum*	Tatalencho	-
Magnoliopsida	Ericales	Polemoniaceae	*Loeselia coerulea*	Jarrito	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	-
Magnoliopsida	Lamiales	Plantaginaceae	*Penstemon barbatus*	Muicle	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Lophocereus marginatus*	Órgano chilayo	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	*Mirabilis longiflora*	Maravilla del cerro	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Erythrina leptorhiza*	Colorín negro	-
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla Colorada	-
Magnoliopsida	Lamiales	Orobanchaceae	*Castilleja tenuiflora*	Faraona	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Calliandra houstoniana anomala*	Cabellos de Ángel	-
Magnoliopsida	Cucurbitales	Begoniaceae	*Begonia gracilis*	Ala de Ángel	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia indivisa*	Hierba de la golondrina	-
Magnoliopsida	Ranunculales	Papaveraceae	*Argemone ochroleuca*	Cardo santo	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Erigeron bonariensis*	Hierba carnicera	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	*Salix bonplandiana*	Ahuejote	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Lamiales	Scrophulariaceae	*Buddleja cordata*	Tepozán blanco	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa*	Garabatillo	-
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Cucurbitaceae*	Calabazas, pepinos, sandías y parientes	-
Magnoliopsida	Oxalidales	Oxalidaceae	*Oxalis latifolia*	Acederilla	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tagetes lunulata*	Cinco llagas	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Datura stramonium*	Toloache	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens odorata*	Aceitilla	-
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	*Piper auritum*	Hierba santa	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dyssodia papposa*	Flamenquilla	-
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Ciruela de huesito	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia tiliifolia*	Salvia hoja de tilo	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del golpe	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Sphaeralcea angustifolia*	Hierba del negro	-
Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	*Rubus idaeus*	Frambuesa	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dahlia coccinea*	Dalia roja	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Physalis angulata*	Tomatillo	-
Magnoliopsida	Myrtales	Lythraceae	*Cuphea aequipetala*	Hierba del cáncer	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia melissodora*	Mirto uva	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Stachys agraria*	Bretónica	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Phytolaccaceae	*Phytolacca octandra*	Mazorquilla	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Simsia amplexicaulis*	Acahual	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Brassicales	Brassicaceae	*Lepidium virginicum*	Lentejilla de campo	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Porophyllum linaria*	Chepiche	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Chenopodium berlandieri*	Quelite cenizo	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Dichondra argentea*	Hierba Oreja de Ratón	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Schkuhria pinnata*	Escobilla	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Amaranthus hybridus*	Quintonil verde	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Batamote	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens pilosa*	Acahual blanco	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia ophthalmica*	Hierba de la golondrina	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Erigeron delphiniifolius*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Aldama excelsa*	Raíz del manso	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia polystachia*	Romerillo	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Dysphania ambrosioides*	Epazote	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia keerlii*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dyssodia pinnata*	Rosilla	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Mammillaria*	Biznagas	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Plumbaginaceae	*Plumbago pulchella*	Chililllo medicinal	-
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	*Dodonaea viscosa*	Chapulixtle	-
Magnoliopsida	Lamiales	Scrophulariaceae	*Buddleja sessiliflora*	Hierba de tepozán	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum dendroideum*	Lágrima de María	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum moranense*	Jaspalache	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus deserticola*	Encino blanco	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Verbesina virgata*	Teclacote	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Galinsoga quadriradiata*	Guasca	-
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Isocoma veneta*	Falsa damiana	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia ficus-indica*	Nopal de castilla	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Echeveria coccinea*	Conchita escarlata	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Astragalus mollissimus*	Hierba loca morada	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Asclepias linaria*	Pinillo	-
Magnoliopsida	Ericales	Polemoniaceae	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Florestina pedata*	Hierba de Santa Luca	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Iresine latifolia*	Pelusa	-
Magnoliopsida	Ranunculales	Papaveraceae	*Argemone mexicana*	Amapolilla	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Neltuma laevigata*	Mezquite blanco	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Pittocaulon praecox*	Palo loco	-
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Alternanthera caracasana*	Verdolaga cimarrona	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Pinaropappus roseus*	Chipule	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Symphyotrichum subulatum*	Metezurras	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia xalapensis*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis pteronioides*	Yerba de Pasmo	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Erythrina coralloides*	Colorín	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum americanum*	Hierba mora	-
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	*Heliotropium curassavicum*	Hierba de fuego	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	*Glandularia bipinnatifida*	Alfombrilla de campo	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia tomentosa*	Nopal chamacuelo	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Algarrobo	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Brongniartia intermedia*	Bricho pico de cuervo	-
Magnoliopsida	Oxalidales	Oxalidaceae	*Oxalis dillenii*	Acedera amarilla	-
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	*Prionosciadium thapsoides*	Jalocote	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Nyctocereus serpentinus*	Gigante	-
Magnoliopsida	Oxalidales	Oxalidaceae	*Oxalis decaphylla*	Acederilla	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Aldama linearis*		-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum nigrescens*	Hierba mora	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia graminea*	Golondrina	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia amarissima*	Hierba del cáncer	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum goldmanii*	Siempreviva transvolcánica	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Montiaceae	*Phemeranthus napiformis*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dahlia merckii*	Dalia blanca común	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens bipinnata*	Rosilla	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Macroptilium gibbosifolium*	Jícama de monte	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Funastrum elegans*	Bejuco elegante	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra*	Mazorquilla	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Montanoa tomentosa*	Zoapatle	-
Magnoliopsida	Vitales	Vitaceae	*Cissus verticillata*	Tripa de zopilote	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Dysphania incisa*	Epazote de monte	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum heterodoxum*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Melampodium perfoliatum*	Ojo de perico	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Cirsium rhaphilepis*	Cardo santo	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	Acahual amarillo	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Senna multiglandulosa*	Retama	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Galinsoga parviflora*	Estrellita	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dahlia imperialis*	Dalia imperial	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	*Mirabilis viscosa*	Maravillita	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Oenothera tetraptera*	Linda tarde blanca	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Cologania angustifolia*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tagetes erecta*	Cempasúchil	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Gomphrena serrata*	Amor seco	-
Magnoliopsida	Lamiales	Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Fresno mexicano	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Crotalaria pumila*	Chípil	-
Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	*Prunus serotina*	Chapulín	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Echeveria mucronata*	Conchita	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Echeveria platyphylla*	Conchita puntiaguda	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Physalis patula*	Tomatillo pegajoso	-
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Sicyos microphyllus*	Amole	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	*Crataegus mexicana*	Tejocote	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Dalea lutea*	Escobilla amarilla	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Lopezia racemosa*	Alfilerillo	-
Magnoliopsida	Lamiales	Orobanchaceae	*Lamourouxia dasyantha*	chupamiel rosa	-
Magnoliopsida	Piperales	Piperaceae	*Peperomia bracteata*	Pimienta de tierra	-
Magnoliopsida	Myrtales	Lythraceae	*Cuphea wrightii*	Hierba de la calavera	-
Magnoliopsida	Ranunculales	Papaveraceae	*Argemone platyceras*	Chicalote	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Erigeron longipes*	Chalchuán	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dyssodia tagetiflora*	Yerba del taray	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sempervivoideae*	Siemprevivas, conchitas y parientes	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea tricolor*	Manto	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Heterosperma pinnatum*	Jarilla	-
Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	*Dicliptera peduncularis*		-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Coryphantha elephantidens*	Biznaga colmillos de elefante	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Dalea leporina*	Escobilla	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Amaranthus retroflexus*	Quelite de agua	-
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba dulce	-
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Sicyos edulis*	Chayote	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Caryophyllaceae	*Stellaria cuspidata*	Hierba del pollo mexicana	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Vachellia schaffneri*	Huizache Prieto	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	*Glandularia pumila*		-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia dillenii*	Nopal cerrero	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Amaranthus fimbriatus*	Amaranto con flecos	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum erianthum*	Salvadora	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Lopezia miniata*		-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Coryphantha pycnacantha*	Biznaga partida chiche de burro	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Parthenium bipinnatifidum*	Nube cimarrón	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia stricta*	Nopal de caballo	-
Magnoliopsida	Oxalidales	Oxalidaceae	*Oxalidaceae*	Agritos	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea murucoides*	Cazahuate blanco	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Suaeda nigra*	Romeritos	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia pilifera*	Nopal crinado	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Vachellia constricta*	Chaparro prieto	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	-
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	*Rhus virens*	Capulín	-
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	*Nama hispida*	Campanitas de arena	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Laennecia sophiifolia*	Rastrojera	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal lengua de vaca	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de cerro	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Neltuma juliflora*	Mezquite	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Calyptocarpus vialis*	Faraona	-
Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus crassifolia*	Encino Colorado	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia microphylla*	Mirto chico	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Aphanostephus ramosissimus*	Manzanilla cimarrona	-
Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	*Bursera fagaroides*	Torote	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia nutans*	Candelilla	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum praealtum*	Siempreviva	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Ambrosia confertiflora*	Estafiate	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal cascarón	-
Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae	*Celtis pallida*	Granjeno	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Oenothera pubescens*	Linda tarde	-
Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	*Malacomeles denticulata*	Tlaxistle	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Echeveria gibbiflora*	Tememetla	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Melochia pyramidata*	Escobilla	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Ageratina petiolaris*	amargocilla	-
Magnoliopsida	Oxalidales	Oxalidaceae	*Oxalis alpina*	Acedera de montaña	-
Magnoliopsida	Ranunculales	Papaveraceae	*Papaveroideae*	Amapolas, chicalotes y parientes	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Acalypha phleoides*	Chilitos	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Caryophyllaceae	*Arenaria lanuginosa*	Abrojito	-
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	*Cardiospermum corindum*	Bejuco tronador	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis conferta*	Azoyate	-
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	*Arracacia tolucensis*	Neldo	-
Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae	*Prunus americana*	Ciruela	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Stachys coccinea*	Mirto	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Lamiales	Martyniaceae	*Proboscidea parviflora*	Torito	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Astragalus micranthus*		-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Sida glutinosa*		-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Cuscuta campestris*	Cabellos de Ángel	-
Magnoliopsida	Lamiales	Martyniaceae	*Proboscidea louisianica*		-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Mimosa malacophylla*	Uña de gato	-
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Cucurbita pepo*	Calabaza	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Indigofera miniata*	Chácharo escarlata	-
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	*Varronia curassavica*	Bolita prieta	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Phaseolus filiformis*		-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Croton dioicus*	Suapatle	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Geraniales	Geraniaceae	*Geranium seemannii*	Agujona	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Physalis coztomatl*	Coztomate	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Ferocactus histrix*	Biznaga barril de acitrón	Pr
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia cuphosperma*	Candelilla de fruto lanudo	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia hispanica*	Chía	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Flaveria trinervia*	Centella	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Calliandra houstoniana*	Barba de viejo	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Aldama dentata*	Acahual	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Zaluzania augusta*	Hierba blanca	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Dalea bicolor*	Engordacabra	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Stevia serrata*	Burrillo	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia cochenillifera*	Nopal de la cochinilla	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Verbesina crocata*	Árnica capitaneja	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum corymbosum*		-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia engelmannii*	Nopal Cuijo	-
Magnoliopsida	Rosales	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Barkleyanthus salicifolius*	Azomiate	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Phytolaccaceae	*Phytolacca heterotepala*	Mazorquilla mexicana	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum pubigerum*	Hierba del muerto	-
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	*Cyclospermum leptophyllum*	Apio silvestre	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Parthenium*		-
Magnoliopsida	Lamiales	Scrophulariaceae	*Buddleja perfoliata*	Salvia de bolita	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Cucurbitales		*Cucurbitales*	Calabazas, begonias y parientes	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Lagascea rigida*	Falso Ajenjo	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Neltuma velutina*	Mesquite terciopelo	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Amaranthus palmeri*	Quelite	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens alba*	Aceitilla blanca	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Fuertesimalva limensis*	Malva china	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de Mayo	-
Magnoliopsida	Cornales	Loasaceae	*Mentzelia aspera*	Pegarropa	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia depressa*	Nopal de monte	-
Magnoliopsida	Brassicales	Brassicaceae	*Lepidium densiflorum*		-
Magnoliopsida	Brassicales	Brassicaceae	*Lepidium oblongum*	Lentejilla	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum nigrum*	Hierbas moras	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Asclepias curassavica*	Algodoncillo tropical	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Acalypha persimilis*		-
Magnoliopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	*Aspicarpa cynanchoides*	Hierba del zorro	-
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	*Casimiroa edulis*	Zapote blanco	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Asclepias notha*	Hierba de leche	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum griseum*	Siempreviva gris	-
Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino quiebra hacha	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Vachellia hindsii*	Carretadera	-
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Spermacoce verticillata*	Culantrillo	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Asclepias glaucescens*	Viborana	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	*Verbena carolina*	Verbena del perro	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tridax coronopifolia*	Coronilla	-
Magnoliopsida	Oxalidales	Oxalidaceae	*Oxalis drummondii*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dugesia mexicana*	Achicoria	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Mammillaria uncinata*	Biznaga ganchuda	-
Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	*Eryngium heterophyllum*	Hierba del sapo	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	*Populus deltoides*	Chopo americano	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de flores rosadas	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Orthosia angustifolia*		-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	*Priva grandiflora*	Pionillo	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Ambrosia psilostachya*	Altamisa	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Eysenhardtia texana*	Palo dulce	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Bouchetia erecta*	Lengua pintada	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Sida ciliaris*	Cordón de obispo	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Erythrostemon mexicanus*	Comalillo	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia hirsuta*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tagetes tenuifolia*	Cempasúchil de campo	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Aldama buddlejiformis*	Cerote	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Amaranthus cruentus*	Quintonil blanco o Alegría	-
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Cyclanthera tamnoides*	Chayotillo	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	*Bouchea prismatica*	Moradilla	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia laevis*	Mirto del eje Neovolcánico	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia orbiculata*	Nopal redondo	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Zinnia elegans*	Mal de ojo	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia tunicata*	Abrojo	-
Magnoliopsida	Boraginales	Boraginaceae	*Phacelia platycarpa*	Tlatomaxíhuitl	-
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	*Rutaceae*	Rudas, cítricos, zapote blanco y parientes	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Oenothera deserticola*	Onagra de monte	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Erythrina flabelliformis*	Colorín norteño	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Leucaena esculenta*	Guaje rojo	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Stevia lucida*	Hierba de la araña	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia decumbens*	Nopal de culebra	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum palmeri*		-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	-
Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus tuberculata*	Encino roble	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Atriplex canescens*	Cenizo	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Nicotiana obtusifolia*	Tabaco de coyote	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus*	Mala mujer	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Sedum ebracteatum*		-
Magnoliopsida	Lamiales	Acanthaceae	*Ruellia simplex*	Petunia mexicana	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Acaciella angustissima*	Guajillo	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tagetes lucida*	Pericón	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Zornia reticulata*	Hierba de la víbora	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Stachys keerlii*		-
Magnoliopsida	Vitales	Vitaceae	*Parthenocissus quinquefolia*	Parra virgen	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum bulbocastanum*	Papa cimarrona	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	*Persicaria amphibia*	Chililllo de agua	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Phaseolus coccineus*	Ayocote	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Malvaviscus penduliflorus*	San Joaquín	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Gomphrena nitida*	Amor seco	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dahlia campanulata*	Dahlia campana oaxaqueña	-
Magnoliopsida	Oxalidales	Oxalidaceae	*Oxalis spiralis*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tagetes micrantha*	Anisillo	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum aligerum*		-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Desmodium scorpiurus*		-
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Echinopepon wrightii*		-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Anoda acerifolia*	Malva cimarrona	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Kearnemalvastrum lacteum*	Malvavisco	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia joconostle*	Xoconostle	-
Magnoliopsida	Myrtales	Lythraceae	*Cuphea ignea*	Hierba del cigarro	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis sordescens*		-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Aizoaceae	*Sesuvium verrucosum*	Romerillos	-
Magnoliopsida	Lamiales	Orobanchaceae	*Conopholis alpina*	Elotes de coyote	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Erigeron variifolius*	Canelillo	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Stevia salicifolia*	Chacal	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Carnegiea gigantea*	Saguaro	A
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Coryphantha ottonis*	Biznaga partida	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Mimosa biuncifera*	Garabatillo	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Roldana angulifolia*	Curucete	-
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	*Litsea glaucescens*	Laurel de la sierra	P
PMagnoliopsida	Caryophyllales	Portulacaceae	*Portulaca pilosa*	Chisme	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia vermiculata*		-
Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae	*Hydrocotyle ranunculoides*	Malacote	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Oenothera elata*	Onagra alta	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Eclipta prostrata*	Zarzaparrilla	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	-
Magnoliopsida	Oxalidales	Oxalidaceae	*Oxalis hernandesii*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Psacalium peltatum*	Matarique	-
Magnoliopsida	Fagales	Betulaceae	*Alnus acuminata*	Aile	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea capillacea*	Romerillo	-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia mexicana*	Tlacote	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Datura ceratocaula*	Toloache de agua	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Lycianthes mozinoana*	Tlanoxtle	-
Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus microphylla*	Encino enano	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Dahlia sorensenii*	Dalia de tallo de morado	-
Magnoliopsida	Lamiales	Orobanchaceae	*Castilleja auriculata*	Faraona	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Cologania obovata*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Verbesina tetraptera*		-
Magnoliopsida	Geraniales	Geraniaceae	*Geranium hernandesii*	Pata de león	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum stoloniferum*		-
Magnoliopsida	Ranunculales	Ranunculaceae	*Ranunculus petiolaris*	Aceitilla	-
Magnoliopsida	Lamiales	Plantaginaceae	*Plantago nivea*	Pastora	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea plummerae*		-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Trifolium amabile*	Carretilla	-
Magnoliopsida	Lamiales	Orobanchaceae	*Castilleja glandulosa*	Garallona	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Selenicereus undatus*	Pitahaya	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Dalea foliolosa*	Almaraduz	-
Magnoliopsida	Oxalidales	Oxalidaceae	*Oxalis pilosa*		-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Phaseolus grayanus*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Pseudognaphalium canescens*	Manzanilla del río	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Pectis prostrata*	Cominillo	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Desmodium molliculum*	Amor seco	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia pubescens*	Tetencholete	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea orizabensis*	Escamonea	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Cestrum aurantiacum*		-
Magnoliopsida	Asterales	Campanulaceae	*Diastatea micrantha*	Matapiojos	-
Magnoliopsida	Lamiales	Scrophulariaceae	*Buddleja parviflora*	Sayolisco	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Piqueria trinervia*	Altarreina	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Oenothera speciosa*	Onagra	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Guilleminea densa*	Bola de hilo	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamúchil	-
Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum elaeagnifolium*	Pera	-
Magnoliopsida	Lamiales	Verbenaceae	*Lantana velutina*	Confiturilla	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Cologania broussonetii*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Stevia ovata*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tagetes patula*	Clavel de moro	-
Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Echeveria elegans*	Rosa de alabastro	-
Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	*Oenothera flava*		-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Cornales	Hydrangeaceae	*Philadelphus mexicanus*	Flor de Jazmín	-
Magnoliopsida	Santalales	Loranthaceae	*Struthanthus interruptus*	Injerto de huizache	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea batatas*	Camote morado	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Caryophyllaceae	*Arenaria bryoides*	Musguito de zacatonal	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Malvastrum coromandelianum*	Escobillo	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Symphyotrichum*		-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Asclepias otarioides*	Guayule	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	*Mirabilis melanotricha*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Ageratum corymbosum*	Cielitos	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Artemisia palmeri*		-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Brickellia californica*		-
Magnoliopsida	Cornales	Loasaceae	*Mentzelia oligosperma*		-
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Prunella vulgaris*	Bretónica	-
Magnoliopsida	Santalales	Loranthaceae	*Cladocolea loniceroides*	Muérdago verdadero	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Senegalia berlandieri*	Espino	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Pseudognaphalium viscosum*	Gordolobo	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Leucaena diversifolia*	Guaje	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Chenopodium fremontii*	Chuale blanco	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tageteae*	Flores de muerto, pápalo, limoncillos y parientes	-
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea indica*	Bejuco blanco	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia huajuapensis*	Nopal chino	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Desmodium intortum*	Trébol garrapata	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia heterophylla*	Lechero	-
Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus crassipes*	Encino tesmolillo	-
Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Artemisia filifolia*	Estafiate	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis glutinosa*	Chilca Radin	-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Erigeron procumbens*		-
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Perymenium buphthalmoides*		-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia senilis*	Nopal viejito	-
Marchantiopsida	Marchantiales	Aytoniaceae	*Plagiochasma rupestre*		-
Marchantiopsida	Marchantiales	Marchantiaceae	*Marchantia polymorpha*	Hepática de las fuentes	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
Marchantiopsida	Marchantiales	Targioniaceae	*Targionia hypophylla*		-
Pinopsida	Pinales	Pinaceae	*Pinus greggii*	Pino prieto	-
Pinopsida	Pinales	Cupressaceae	*Hesperocyparis lusitanica*	Cedro blanco	-
Pinopsida	Pinales	Cupressaceae	*Taxodium mucronatum*	Ahuehuete	-
Pinopsida	Pinales	Pinaceae	*Pinus patula*	Ocote colorado	-
Pinopsida	Pinales	Pinaceae	*Pinus cembroides*	Pino pionero	-
Pinopsida	Pinales	Pinaceae	*Pinus ayacahuite*	Pino ayacahuite	-
Pinopsida	Pinales	Cupressaceae	*Cupressaceae*	Cipreses, ahuehuetes, secuoyas y parientes	-
Pinopsida	Pinales	Cupressaceae	*Hesperocyparis macrocarpa*	Ciprés de Monterrey	-
Pinopsida	Pinales	Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	-

Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010: P=En peligro de extinción, A=Amenazada, Pr=Sujeta a protección especial

b) Fauna

Debido a que el proyecto se localiza en una zona predominantemente urbana, la presencia de fauna silvestre se ve limitada y en su mayoría restringida a especies que tienen altas capacidades de desplazamiento, o bien, que se encuentran adaptadas a sobrevivir en entornos urbanos altamente modificados, siendo el grupo de las aves el que presenta las mejores estrategias para habitar en este tipo de entornos.

De la misma manera que para flora, a continuación se presenta el listado general de especies de fauna que presentan distribución potencial dentro de la Región Ecológica definido para el proyecto “Transporte Urbano Tipo Trolebús en Ixtapaluca, Estado de México”, este incluye áreas naturales y sitios que aún conservan sus ecosistemas ya sea en condiciones secundarias o bien fragmentos primarios remanentes de una vegetación original que ha sido fuertemente impactada por el crecimiento urbano y expansión de la zona metropolitana del Valle de México.

El listado de especies incluye la categoría de riesgo/conservación, de las especies, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo normativo III de 2019.

El listo potencial, fue elaborado a partir de la búsqueda de registros de especies en bases de datos digitales de colecciones científicas disponibles en GBIF y Naturalista, los cuales fueron filtrados por los grupos de interés y conforme a las regiones correspondientes al Región Ecológica. Obteniendo de esta forma un total de 306 especies de vertebrados terrestres que pudieran localizarse dentro del mismo.

De la misma manera que en flora, la distribución de estas especies no refleja la distribución en el Área del Proyecto, ya que las especies que se encuentran en ésta son predominantemente urbanas.

Tabla 55. Listado de especies de fauna con distribución potencial en la Región Ecológica.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Amphibia	Caudata	Ambystomatidae	*Ambystoma velasci*	Ajolote del altiplano	Pr
Amphibia	Caudata	Ambystomatidae	*Ambystoma mexicanum*	Ajolote de Xochimilco	P
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	*Chiropterotriton orculus*	Salamandra pies planos	-
Amphibia	Anura	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	-
Amphibia	Anura	Craugastoridae	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla	-
Amphibia	Anura	Hylidae	*Dryophytes eximius*	Rana arborícola de montaña	-
Amphibia	Anura	Hylidae	*Dryophytes arenicolor*	ranita de las rocas	-
Amphibia	Anura	Hylidae	*Dryophytes plicatus*	Rana de Árbol plegada	A
Amphibia	Anura	Ranidae	*Lithobates montezumae*	Rana leopardo de Moctezuma	Pr
Amphibia	Anura	Ranidae	*Lithobates catesbeianus*	Rana toro	-
Amphibia	Anura	Scaphiopodidae	*Spea multiplicata*	Sapo de espuelas	-
Reptilia	Testudines	Emydidae	*Trachemys scripta*	Tortuga pinta	-
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon integrum*	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon hirtipes*	Tortuga Pecho Quebrado del Altiplano Mexicano	Pr
Reptilia	Squamata	Anguidae	*Barisia imbricata*	Lagartija alicante Neovolcánico	Pr
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Thamnophis melanogaster*	Culebra de agua de panza negra	A
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Pituophis deppei*	Alicante	A
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra terrestre del centro	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Storeria storerioides*	Culebra parda mexicana	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Salvadora bairdi*	Culebra chata mexicana	Pr
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Thamnophis scalaris*	culebra listonada de montaña cola larga	A
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Thamnophis pulchrilatus*	Culebra Mexicana listonada de tierras altas	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Thamnophis eques*	Culebra nómada de agua	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Thamnophis scaliger*	Culebra cola corta listonada de montaña	A
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	A
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	A
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Pr

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija espinosa de pastizal	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus palaciosi*	Lagartija de barda de la Cuenca de México	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus mucronatus*	Lagartija espinosa de grieta	-
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus aeneus*	Lagartija espinosa llanera	-
Reptilia	Squamata	Scincidae	*Plestiodon copei*	Eslizón chato de las montañas	Pr
Reptilia	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	-
Reptilia	Squamata	Typhlopidae	*Indotyphlops braminus*	Serpiente ciega afroasiática	-
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus aquilus*	Cascabel obscura de Querétaro	Pr
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus molossus*	Cascabel de cola negra mexicana	Pr
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus ravus*	Cascabel pigmea mexicana	A
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus scutulatus*	Cascabel de Mohave	Pr
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus triseriatus*	Cascabel transvolcánica	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus intermedius*	Cascabel enana	A
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus polystictus*	Cascabel ocelada	Pr
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas acuta*	Pato golondrino	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas crecca*	Cerceta Americana	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas diazi*	Pato mexicano	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas platyrhynchos*	Pato de Collar	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Aythya affinis*	Pato Boludo Menor	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Aythya valisineria*	Pato coacoxtle	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna bicolor*	Pijije canelo	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Mareca americana*	Pato chalculín	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Mareca strepera*	Pato friso	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Oxyura jamaicensis*	pato tepalcate	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Spatula cyanoptera*	Cerceta canela	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta Alas Azules	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	*Aechmophorus clarkii*	Achichilique pico naranja	-
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps nigricollis*	Zambullidor Orejón	-
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor pico grueso	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Común	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de Collar Turca	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	-
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Antrostomus arizonae*	Tapacaminos Cuerporruín Mexicano	-
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor	-
Aves	Apodiformes	Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco	-
Aves	Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne semicollaris*	Vencejo nuca blanca	Pr
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta Rubí	-
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Basilinna leucotis*	Zafiro Orejas Blancas	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Calothorax lucifer*	Colibrí lucifer	-
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Colibri thalassinus*	Colibrí orejas violetas	-
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho norteño	-
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Eugenes fulgens*	Colibrí Magnífico	-
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Lampornis clemenciae*	Colibrí garganta azul	-
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	-
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Saucerottia beryllina*	Colibrí berilo	-
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Selasphorus calliope*	Zumbador Garganta Rayada	-
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Selasphorus heloisa*	Zumbador mexicano	-
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Selasphorus rufus*	Zumbador Canelo	-
Aves	Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	-
Aves	Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta Frente Roja	-
Aves	Gruiformes	Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela Sora	-
Aves	Gruiformes	Rallidae	*Rallus limicola*	Rascón Cara Gris	A
Aves	Gruiformes	Rallidae	*Rallus tenuirostris*	Rascón azteca	-
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildo	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado	-
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo Gris	-
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Anarhynchus nivosus*	Chorlo nevado	-
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis dominica*	Chorlo Dorado Americano	-
Aves	Charadriiformes	Laridae	*Rynchops niger*	Rayador americano	-
Aves	Charadriiformes	Laridae	*Gelochelidon nilotica*	Charrán pico grueso	-
Aves	Charadriiformes	Laridae	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado	-
Aves	Charadriiformes	Laridae	*Sterna forsteri*	Charrán de Forster	-
Aves	Charadriiformes	Laridae	*Chlidonias niger*	Charrán negro	-
Aves	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	Avoceta americana	-
Aves	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Phalaropus tricolor*	Falaropo pico largo	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero pico largo	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Gallinago delicata*	Agachona Norteamericana	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris himantopus*	Playero zancón	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero Solitario	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero Occidental	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris pusilla*	Playero semipalmeado	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris melanotos*	Playero Pectoral	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero pihuiuí	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Numenius americanus*	Zarapito pico largo	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza Nocturna Corona Negra	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garcilla bueyera occidental	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza Nocturna Corona Clara	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor	-
Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelicano Blanco Americano	-
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	-
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Plegadis falcinellus*	Ibis cara oscura	-
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula rosada	-
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo lineatus*	Aguililla pecho rojo	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Gavilán blanco	-
Aves	Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	-
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	-
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Megascops kennicottii*	Tecolote del Oeste	-
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Psiloscops flammeolus*	Tecolote Ojos Oscuros	-
Aves	Strigiformes	Tytonidae	*Tyto furcata*	Lechuza común americana	-
Aves	Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	-
Aves	Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	-
Aves	Piciformes	Picidae	*Leuconotopicus villosus*	Carpintero Albinegro Mayor	-
Aves	Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	-
Aves	Piciformes	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	-
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	-
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	-
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Myiopsitta monachus*	Perico Monje Argentino	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax fulvifrons*	Papamoscas Pecho Canela	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito mexicano	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Papamoscas Boreal	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiopagis viridicata*	Mosquerito Verdoso	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas Amarillo Norteño	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax oberholseri*	Papamoscas Matorralero	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Mitrephanes phaeocercus*	Papamoscas Copetón	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus forficatus*	Tirano tijereta rosado	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	Papamoscas viajero	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis phoebe*	Papamoscas fibí	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común	-
Aves	Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	-
Aves	Passeriformes	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Woodhouse	-
Aves	Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo Común	-
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	-
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Riparia riparia*	Golondrina ribereña	-
Aves	Passeriformes	Paridae	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano	-
Aves	Passeriformes	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	-
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	-
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Cistothorus palustris*	Saltapared Pantanero	-
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Cistothorus platensis*	ChivirÃn sabanero	-
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	-
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	-
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	-
Aves	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	-
Aves	Passeriformes	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	-
Aves	Passeriformes	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	-
Aves	Passeriformes	Turdidae	*Catharus guttatus*	Zorzal Cola Canela	-
Aves	Passeriformes	Turdidae	*Myadestes occidentalis*	ClarÃn jilguero	-
Aves	Passeriformes	Turdidae	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul	-
Aves	Passeriformes	Turdidae	*Turdus assimilis*	Mirlo garganta blanca	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	-
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	-
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	-
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	-
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Oreoscoptes montanus*	Cuicacoche Chato	-
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma ocellatum*	Cuicacoche Moteado	-
Aves	Passeriformes	Bombycillidae	*Bombycilla cedrorum*	Chinito	-
Aves	Passeriformes	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	-
Aves	Passeriformes	Ptiliogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro	-
Aves	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	-
Aves	Passeriformes	Motacillidae	*Anthus spragueii*	Bisbita llanera	-
Aves	Passeriformes	Motacillidae	*Anthus rubescens*	Bisbita Norteamericana	-
Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	-
Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-
Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Loxia curvirostra*	Picotuerto rojo	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Chlorophonia elegantissima*	Eufonia Gorra Azul	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella atrogularis*	Gorrión barba negra	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melospiza melodia*	Gorrión cantor	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero Serrano	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella atrogularis*		-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Peucaea botterii*	Zacatonero de Botteri	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Pipilo chlorurus*	Rascador Cola Verde	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Junco phaeonotus*	Junco Ojos de Lumbre	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Ammodramus savannarum*	Gorrión chapulín	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Ammospiza nelsoni*	Gorrióncola aguda de Nelson	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Pipilo maculatus*	Rascador Moteado	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Atlapetes pileatus*	Rascador Gorra Canela	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone kieneri*	Rascador Nuca Canela	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus bullockii*	Calandria Cejas Naranjas	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Xanthocephalus xanthocephalus*	Tordo cabeza amarilla	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Sturnella lilianae*	Pradero Altiplanero	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Euphagus cyanocephalus*	Tordo Ojos Amarillos	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus parisorum*	Calandria Tunera	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café©	-
Aves	Passeriformes	Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga townsendi*	Chipe de Townsend	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis celata*	Chipe Oliváceo	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playero	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Chipe Negrogrís	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe Cabeza Gris	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga aestiva*	Chipe Amarillo Norteño	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe duelero	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis nelsoni*	Mascarita matorralera	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Myioborus miniatus*	Pavito Alas Negras	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Myioborus pictus*	Pavito Alas Blancas	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe garganta naranja	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga pensylvanica*	Chipe Flancos Castaños	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe Cejas Doradas	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	-
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis virginiae*	Chipe de Virginia	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga ludoviciana*	Piranga capucha roja	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina versicolor*	Colorín morado	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga bidentata*	Piranga Dorso Rayado	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga flava*	Piranga Encinera	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo Degollado	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Spiza americana*	Arrocero americano	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina amoena*	Colorín Pecho Canela	-
Mamíferos	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-
Mamíferos	Eulipotyphla	Soricidae	*Cryptotis soricina*	Musaraña	-
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo	A
Mamíferos	Chiroptera	Phyllostomidae	*Leptonycteris yerbabuenae*	Murciélago magueyero menor	-
Mamíferos	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus cinereus*	Murciélago canoso de cola peluda	-
Mamíferos	Chiroptera	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*	Murciélago Barba arrugada	-
Mamíferos	Rodentia	Cricetidae	*Microtus mexicanus*	Metorito mexicano	-
Mamíferos	Rodentia	Geomyidae	*Cratogeomys merriami*	Tuza de la Cuenca de México	-
Mamíferos	Rodentia	Geomyidae	*Cratogeomys fumosus*	Tuza del Eje Neovolcánico	A
Mamíferos	Rodentia	Muridae	*Mus musculus*	Ratón casero eurasiático	-

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059
Mamíferos	Rodentia	Muridae	*Rattus norvegicus*	Rata gris asiática	-
Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	*Ictidomys mexicanus*	Motocle	-
Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de Rocas	-
Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	-
Mamíferos	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	-
Mamíferos	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	-
Mamíferos	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	-
Mamíferos	Carnivora	Mephitidae	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado sureño	-
Mamíferos	Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	-
Mamíferos	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-

NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr=sujeta a protección especial; A=Amenazada; P=En peligro de extinción

En la siguiente figura se muestran fotografías de algunas de las especies de fauna con distribución potencial antes enlistadas:



Ambystoma velasci



Ambystoma mexicanum



Craugastor augusti

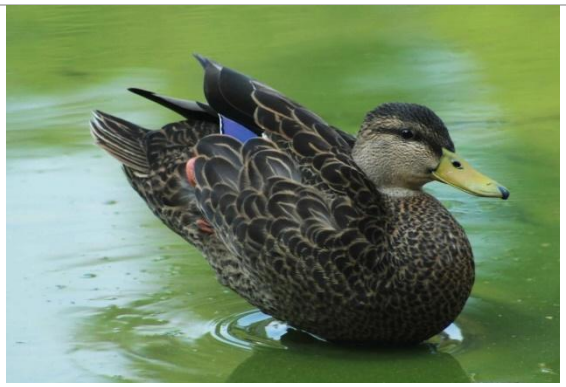


Dryophites plicatus





Lithobates montezumae	*Kinosternon intergrum*
	
Kinosternon hirtipes	*Barisia imbricata*
	
Pituophis deppei	*Salvadora bairdi*
	
Thamnophis eques	*Thamnophis melanogaster*

	
Phrynosoma orbiculare	*Sceloporus spinosus*
	
Crotalus ravus	*Crotalus scutulatus*
	
Anas acuta	*Anas diazi*

	
Mereca strepera	*Spatula clypeata*
	
Podilymbus podiceps	*Streptoprocne semicollaris*
	
Chordeiles acutipenis	*Basilina leucotis*

 *Ramosomyia violiceps*	 *Selasphorus Rufus*
 *Fulica americana*	 *Rallus limnicola*
 *Charadrius vociferus*	 *Himantopus mexicanus*

	
Ardea alba	*Egretta thula*
	
Ardea ibis	*Cathartes aura*
	
Buteo jamaicensis	*Elanus leucurus*



Athene cunicularia



Tyto furcata



Dryobates scalaris



Falco peregrinus





Falco sparverius	*Tyrannus vociferans*
	
Sayornis saya	*Myiarchus tuberculifer*
	
Lanius ludovicianus	*Aphelocoma woodhouseii*
	
Hirundo rustica	*Tachycineta thalassina*

	
Troglodytes aedon	*Polioptila caerulea*
	
Turdus migratorius	*Turdus rufopalliatus*
	
Bombycilla cedrorum	*Ptiliogonis cinereus*

	
Phainopepla nitens	*Spinus psaltria*
	
Chondestes grammacus	*Molotrhus aeneus*
	
Agelaius phoeniceus	*Piranga rubra*

	
Didelphis virginiana	*Cratogeomys fumosus*
	
Otospermophilus variegatus	*Sylvilagus floridanus*
	
Spilogale angustifrons	*Bassariscus astutus*

Figura 112. Especies de fauna con presencia potencial en la Región Ecológica.

3.2.2.3.2 Medio biótico en el AP

El trabajo de verificación en los 11 puntos de muestreo hace evidente que el área del proyecto está inmersa en una zona urbana. Por ende, el AP está sujeto a diferentes impactos antropogénicos derivados de las actividades cotidianas de la población y por las vialidades presentes. Como se puede observar en las siguiente Figuras, la vegetación está delimitada a espacios manejados como áreas verdes de camellones a lo largo de todo el tramo de la Av. Canal de Santa Barbara y en parte del camellón de la Carretera Federal México-Puebla. Hacia la parte final de esta sección se observan algunas condiciones de vegetación ruderal correspondiente a sitios de cultivo en desuso y lotes baldíos colindantes con áreas de uso habitacional comercial y un canal de aguas residuales.



Figura 113. Escenario general de la vegetación sobre los camellones del AP (Sup. Av. Canal de Sta. Barabara/ Inf. Carr. Méx-Pue)



Figura 114. Vegetación ruderal y de lotes baldíos presentes en el AP.

a) Flora

La información contenida en la siguiente tabla confirma que la totalidad de los registros corresponde a vegetación secundaria en un ecosistema antropizado, lo que implica la ausencia de comunidades vegetales primarias o conservadas dentro del área del proyecto. Este patrón es característico de entornos urbanos, donde la composición florística no responde a procesos ecológicos naturales, sino a dinámicas de introducción, manejo humano y disturbio continuo. En este sentido, la diversidad observada (56 especies) no debe interpretarse como un indicador de alta calidad ecológica, sino como el resultado de la superposición de distintos componentes: vegetación cultivada (principalmente ornamental y de alineación urbana), vegetación secundaria espontánea asociada a acahuales urbanos y un conjunto importante de especies exóticas e invasoras naturalizadas.

Tabla 56. Listado de especies de flora registradas en el AP

No	Familia	Especie	Nombre Común	Estrato	Origen	Estatus NOM-059
1	*Asparagaceae Juss.*	*Agave americana* L. var. *americana*	Maguey blanco	Roseta	Nativa	-
2	*Asparagaceae Juss.*	*Agave americana* var. *marginata* Trel.	Maguey blanco	Roseta	Nativa	-
3	*Asparagaceae Juss.*	*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck	Maguey pulquero	Roseta	Endémica	-
4	*Asphodelaceae Juss.*	*Aloe arborescens* Mill.	Sábila candelabro	Roseta	Exótica	-
5	*Araucariaceae Henkel & W. Hochst.*	*Araucaria columnaris* (G. Forst.) Hook.	Araucaria	Arbóreo	Exótica	-
6	*Papaveraceae Juss.*	*Argemone mexicana* L.	Amapolilla	Herbáceo	Nativa	-
7	*Poaceae Barnhart*	*Arundo donax* L.	Carrizo asiático	Herbáceo	Exótica	-
8	*Asteraceae Bercht. & J. Presl*	*Bidens odorata* Cav.	Aceitilla	Herbáceo	Nativa	-
9	*Nyctaginaceae Juss.*	*Bougainvillea glabra* Choisy	Bugambilia	Arbustivo	Exótica	-
10	*Scrophulariaceae Juss.*	*Buddleja cordata* Kunth	Tepozan	Arbóreo	Nativa	-

No	Familia	Especie	Nombre Común	Estrato	Origen	Estatus NOM-059
11	*Cannaceae Juss.*	*Canna indica* L.	Platanillo	Herbáceo	Nativa	-
12	*Rutaceae Juss.*	*Casimiroa edulis* La Llave	Zapote blanco	Arbóreo	Nativa	-
13	*Casuarinaceae R. Br.*	*Casuarina equisetifolia* L.	Casuarina	Arbóreo	Exótica	-
14	*Malvaceae Juss.*	*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.	Ceiba	Arbóreo	Nativa	-
15	*Amaranthaceae Juss.*	*Chenopodium berlandieri* Moq.	Quelite cenizo	Herbáceo	Nativa	-
16	*Cupressaceae Gray*	*Hesperocyparis lusitanica* Mill.	Cedro blanco	Arbóreo	Nativa	Pr
17	*Cupressaceae Gray*	*Cupressus sempervirens* L.	Cipres	Arbóreo	Exótica	-
18	*Cactaceae Juss.*	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cardenche	Cactácea	Nativa	-
19	*Poaceae Barnhart*	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	Gallitos	Herbáceo	Exótica	-
20	*Rosaceae Juss.*	*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.	Nispero	Arbóreo	Exótica	-
21	*Fabaceae Lindl.*	*Erythrina coralloides* Mill.	Colorín	Arbóreo	Endémica	A
22	*Myrtaceae Juss.*	*Eucalyptus globulus* Labill.	Eucalipto	Arbóreo	Exótica	-

No	Familia	Especie	Nombre Común	Estrato	Origen	Estatus NOM-059
23	*Euphorbiaceae Juss.*	*Euphorbia lactea* Haw.	Lechero asiático	Cactácea	Exótica	-
24	*Euphorbiaceae Juss.*	*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch	Nochebuena	Arbustivo	Nativa	-
25	*Moraceae Gaudich.*	*Ficus benjamina* L.	Laurel de la india	Arbóreo	Exótica	-
26	*Moraceae Gaudich.*	*Ficus carica* L.	Higuera	Arbustivo	Exótica	-
27	*Moraceae Gaudich.*	*Ficus elastica* Roxb. ex Hornem.	Hule asiatico	Arbóreo	Exótica	-
28	*Moraceae Gaudich.*	*Ficus microcarpa* L. f.	Laurel	Arbóreo	Exótica	-
29	*Oleaceae Hoffmanns. & Link*	*Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh.	Fresno mexicano	Arbóreo	Exótica	-
30	*Convolvulaceae Juss.*	*Ipomoea murucoides* Roem. & Schult.	Cazahuate blanco	Arbóreo	Nativa	-
31	*Bignoniaceae Juss.*	*Jacaranda mimosifolia* D. Don	Jacaranda	Arbóreo	Exótica	-
32	*Brassicaceae Burnett*	*Lepidium virginicum* L.	Lentejilla	Herbáceo	Nativa	-
33	*Oleaceae Hoffmanns. & Link*	*Ligustrum lucidum* W.T. Aiton	Trueno	Arbóreo	Exótica	-

No	Familia	Especie	Nombre Común	Estrato	Origen	Estatus NOM-059
34	*Liliaceae Juss.*	*Lilium candidum* L.	Azucena	Herbáceo	Exótica	-
35	*Cactaceae Juss.*	*Lophocereus marginatus* (DC.) S. Arias & Terrazas	Órgano	Cactácea	Endémica	-
36	*Malvaceae Juss.*	*Malva parviflora* L.	Malva de quesitos	Herbáceo	Exótica	-
37	*Solanaceae Juss.*	*Nicotiana glauca* Graham	Tabaquillo	Arbustivo	Exótica	-
38	*Cactaceae Juss.*	*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.	Nopal de Castilla	Cactácea	Nativa	-
39	*Cactaceae Juss.*	*Opuntia lasiacantha* Pfeiff.	Nopal de cerro	Cactácea	Endémica	-
40	*Cactaceae Juss.*	*Opuntia robusta* H.L. Wendl. ex Pfeiff.	Nopal camueso	Cactácea	Endémica	-
41	*Asteraceae Bercht. & J. Presl*	*Parthenium hispidum* Raf.	Hierba del golpe	Herbáceo	Nativa	-
42	*Lauraceae Juss.*	*Persea americana* Mill.	Aguacate	Arbóreo	Nativa	-
43	*Arecaceae Bercht. & J. Presl*	*Phoenix canariensis* Wildpret	Palma canaria	Palmar	Exótica	-
44	*Salicaceae Mirb.*	*Populus alba* L.	Alamo blanco	Arbóreo	Exótica	-

No	Familia	Especie	Nombre Común	Estrato	Origen	Estatus NOM-059
45	*Portulacaceae Juss.*	*Portulaca oleracea* L.	Verdolaga	Herbáceo	Exótica	-
46	*Rosaceae Juss.*	*Prunus persica* (L.) Batsch	Durazno	Arbóreo	Exótica	-
47	*Myrtaceae Juss.*	*Psidium guajava* L.	Guayaba	Arbóreo	Nativa	-
48	*Lythraceae J. St.-Hil.*	*Punica granatum* L.	Granada	Arbustivo	Exótica	-
49	*Euphorbiaceae Juss.*	*Ricinus communis* L.	Higuerilla	Arbustivo	Exótica	-
50	*Polygonaceae Juss.*	*Rumex mexicanus* Meisn.	Lengua de vaca	Herbáceo	Nativa	-
51	*Rutaceae Juss.*	*Ruta graveolens* L.	Ruda	Herbáceo	Exótica	-
52	*Anacardiaceae R. Br.*	*Schinus molle* L.	Pirul	Arbóreo	Exótica	-
53	*Cactaceae Juss.*	*Stenocereus* sp.	Pitayo	Cactácea	Endémica	-
54	*Cupressaceae Gray*	*Platycladus orientalis*	Tulia	Arbustivo	Exótica	-
55	*Arecaceae Bercht. & J. Presl*	*Washingtonia robusta* H. Wendl.	Palma de abanico	Palmar	Nativa	-
56	*Asparagaceae Juss.*	*Yucca filifera* Chabaud	Yuca	Roseta	Endémica	-

Desde el punto de vista del origen de las especies, la Tabla anterior evidencia una clara dominancia de elementos exóticos con 29 especies (46%), muchos de los cuales son ampliamente utilizados en jardinería urbana o presentan comportamientos invasores. Especies como *Jacaranda mimosifolia*, *Casuarina equisetifolia, Ficus benjamina* y *Punica granatum* responden a criterios ornamentales y de diseño del paisaje urbano, mientras que otras como *Arundo donax, Cynodon dactylon, Eucalyptus globulus, Ligustrum lucidum* y *Ricinus communis* muestran características invasoras o de rápida naturalización, siendo especies indicadoras de perturbación. Este conjunto refleja una vegetación altamente influenciada por la disponibilidad en viveros, prácticas de urbanización y tolerancia al estrés ambiental de áreas perturbadas, más que por afinidad con la vegetación potencial nativa del sitio. En particular, las especies invasoras constituyen indicadores claros de perturbación, ya que colonizan con facilidad suelos removidos, bordes de infraestructura y espacios abandonados.

Por otro lado, las especies nativas se encuentran presentes con una riqueza de 27 especies, que representan el 43% de la composición obtenida de las cuales a su vez solo siete de ellas (11%), corresponde a especies endémicas, pero que, a pesar de ello, no dominan la composición florística, tal como se puede observar en la siguiente Figura.

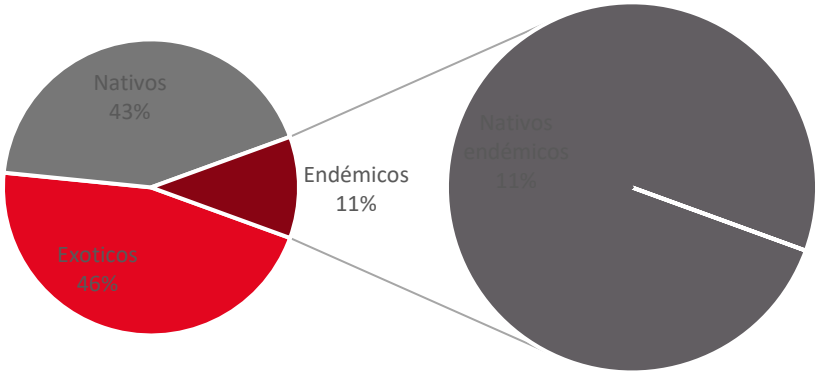


Figura 115. Representatividad de especies nativas, endémicas y exóticas de la composición florística.

Su aparición de estas especies nativas, se relaciona más con su capacidad de adaptación a condiciones alteradas que con la conservación de comunidades originales. Ejemplos como *Buddleja cordata, Ipomoea murucoides, Psidium guajava* y *Chenopodium berlandieri* muestran tolerancia al disturbio y, en algunos casos, incluso son aprovechadas o toleradas en entornos urbanos. En cuanto a las especies endémicas, se registran principalmente elementos asociados a ambientes semiáridos, como *Agave salmiana, Yucca filifera*, diversas especies de *Opuntia*, *Stenocereus* y *Erythrina coralloides*. Sin embargo, su presencia debe interpretarse con cautela, ya que en la mayoría de los casos se trata de individuos cultivados, tolerados o relictos aislados, sin formar parte de una estructura comunitaria continua ni funcionalmente ecológica.

En la siguiente figura se observa el análisis por forma de vida, el cual refuerza el carácter artificial del sistema. El estrato arbóreo está dominado por especies introducidas y típicamente utilizadas en arbolado urbano, como eucaliptos, ficus, jacarandas y casuarinas, lo que evidencia una configuración basada en criterios de sombra, estética o rapidez de crecimiento, más que en procesos ecológicos. El

estrato arbustivo presenta una mezcla de especies ornamentales y elementos ruderales, reflejando espacios intermedios como jardines domésticos, bardas y lotes baldíos.

En el estrato herbáceo predominan especies arvenses y ruderales, como *Bidens odorata, Lepidium virginicum* y *Parthenium hispidum*, que son indicadoras de suelos perturbados, compactados o en constante remoción. Finalmente, el componente de cactáceas y rosetófilas, aunque característico del matorral xerófilo, aparece en este caso principalmente bajo condiciones de manejo humano, como cercos vivos, elementos ornamentales o relictos altamente fragmentados.

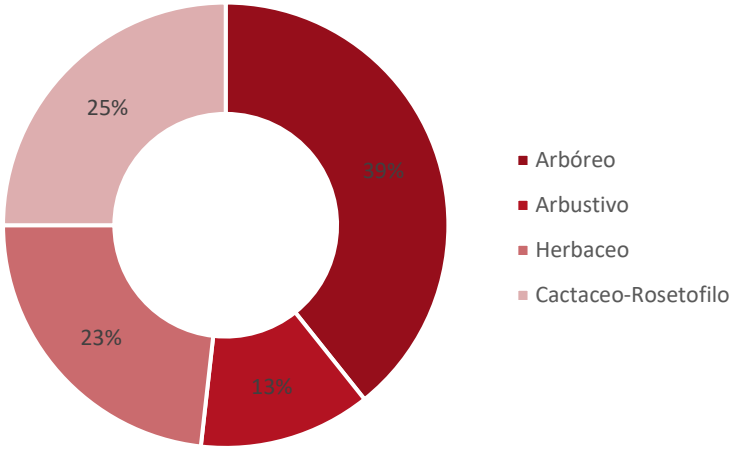


Figura 116. Estratificación de la vegetación registrada en el AP en los puntos de verificación.

Desde la perspectiva taxonómica, las familias mejor representadas como Cactaceae, Asparagaceae, Moraceae, Asteraceae y Poaceae, reflejan esta dualidad entre vegetación adaptada a condiciones semiáridas y especies típicas de ambientes urbanos y perturbados. Las cactáceas y agaváceas sugieren la herencia ecológica del sitio, mientras que moráceas, gramíneas y compuestas evidencian la fuerte influencia del disturbio y la urbanización. Este patrón confirma que la composición florística es el resultado de una mezcla entre elementos remanentes

del ecosistema original y una gran proporción de especies introducidas o naturalizadas, ver siguiente Figura.

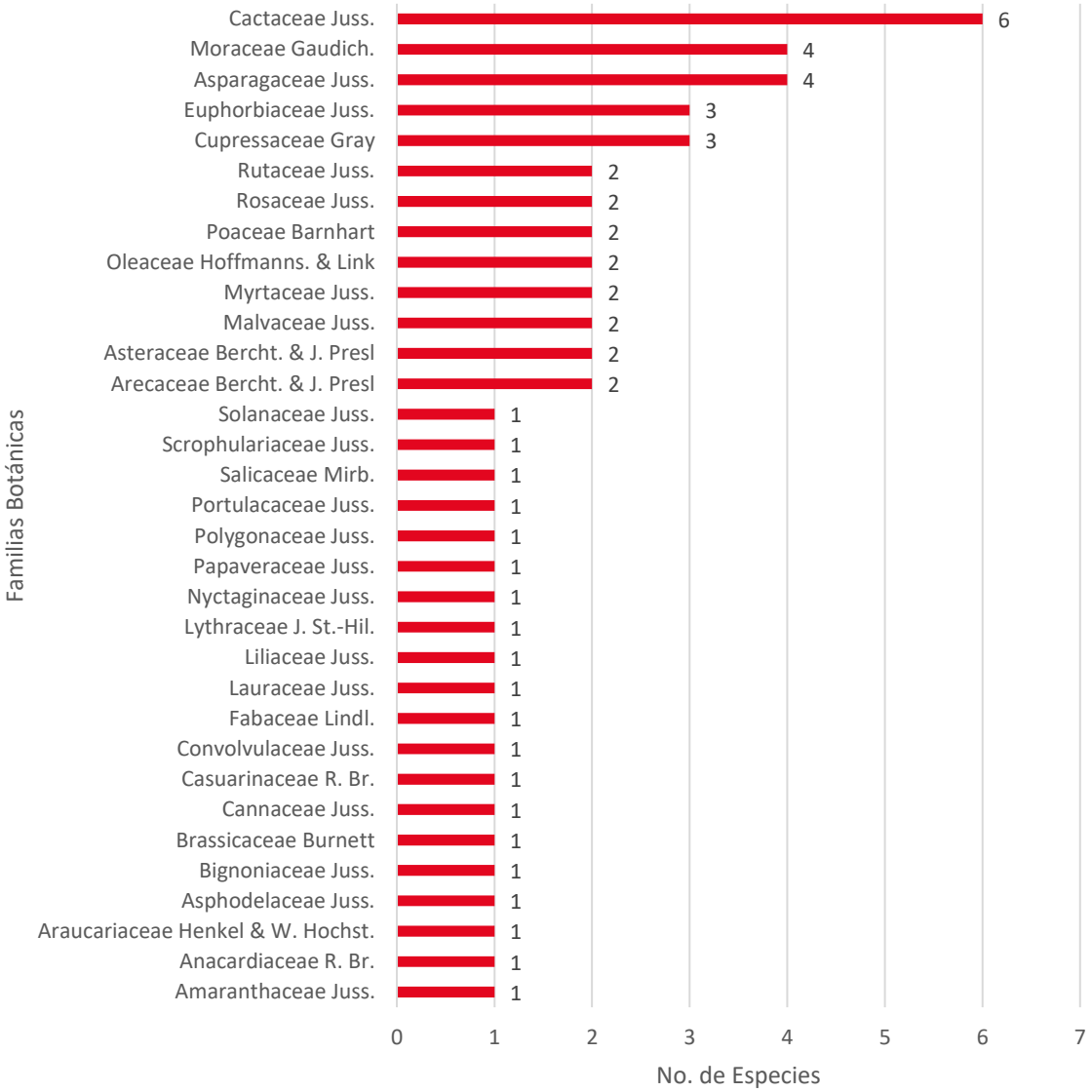


Figura 117. Composición general por familias botánicas de la vegetación registrada en los puntos de verificación

De acuerdo con la siguiente Tabla de riqueza general, los índices ecológicos calculados reflejan una comunidad con alta diversidad aparente pero fuertemente influenciada por condiciones urbanas y antrópicas. La riqueza de 56 especies y 188 individuos, junto con un valor elevado del índice de Shannon (H´=3.42) indica una comunidad diversa y heterogénea; sin embargo, esta diversidad debe interpretarse como inducida, resultado de la mezcla de especies nativas, exóticas y cultivadas. La baja dominancia (D=0.06) y la alta equidad (J´=0.85) sugieren que no existe una especie claramente dominante, lo cual es consistente con ambientes urbanos donde la vegetación suele distribuirse de manera relativamente homogénea por manejo humano. Asimismo, el índice de riqueza como Margalef (Mg=10.50), refuerza la idea de una alta riqueza.

Adicionalmente, la distribución de los 188 individuos registrados muestra un patrón característico de comunidades urbanas, donde la abundancia se reparte de manera relativamente homogénea entre un número considerable de especies, pero con ciertas tendencias de concentración en especies dominantes.

Si bien el valor elevado de equidad (J´=0.85) indica una distribución relativamente uniforme a nivel global, el análisis por estratos y la evaluación del Índice de Valor de Importancia (IVI) evidencian que una proporción significativa de los individuos se concentra en un conjunto reducido de especies con mayor adaptación a condiciones urbanas.

En particular, en el estrato arbóreo se observa que dos especies (*Erythrina coralloides* y *Jacaranda mimosifolia*) concentran aproximadamente el 60% de los individuos, lo que refleja una distribución desigual a escala de componente estructural. El resto de los individuos se distribuye entre numerosas especies con baja abundancia relativa, muchas de ellas presentes de forma aislada o en pequeños grupos.

Este patrón sugiere que, aunque la comunidad presenta alta riqueza y diversidad aparente, la estructura de abundancia responde a un modelo de dominancia parcial, típico de ambientes urbanos, donde:

- Algunas especies son favorecidas por manejo humano o alta tolerancia ambiental
- La mayoría de las especies tienen presencia marginal o inducida

En términos ecológicos, la distribución de los individuos puede clasificarse como:

- Moderadamente equitativa a nivel global
- Concentrada por estratos
- Dominada funcionalmente por pocas especies

Lo anterior confirma que la diversidad registrada no corresponde a un sistema natural equilibrado, sino a una comunidad estructuralmente simplificada y condicionada por factores antrópicos.

Tabla 57. Índices de diversidad de la estructura ecológica de la vegetación del AP.

Índices de Diversidad	
Especies	56.00
Individuos	188.00
Dominancia	0.06
Shannon	3.42
Margalef	10.50
Equidad	0.85

A continuación, se realiza el análisis de la diversidad florística por cada uno de los estratos que la conforman a fin de tener un mayor entendimiento de la estructura ecológica de estas comunidades y su relevancia ambiental.

- Estrato arbóreo

En la siguiente Tabla se presentan los índices correspondientes al estrato arbóreo los cuales muestran una diversidad moderada con mayor tendencia a la dominancia, en comparación con la riqueza total. Con 23 especies y 92 individuos, el valor de Shannon (H´=2.29) indica una comunidad menos diversa y más estructurada, donde

ciertas especies tienen mayor peso relativo. Esto se confirma con la dominancia más alta (D=0.195), lo que sugiere que algunos árboles que son especies utilizadas en alineación urbana como eucaliptos, fresnos o ficus, concentran una proporción importante de los individuos. La equidad (J´=0.73) es menor que en el conjunto general, lo que refuerza la idea de una distribución menos uniforme entre especies. Por su parte, los índices de riqueza (Mg= 4.86,) reflejan una riqueza media, consistente con espacios urbanos donde el arbolado suele estar definido por criterios de plantación y manejo. En conjunto, estos valores describen un estrato arbóreo típico de ambientes urbanos, con diversidad limitada y cierta dominancia de especies introducidas o seleccionadas, más que una comunidad arbórea natural estructurada.

Tabla 58. Índices de diversidad del estrato arbóreo.

Índices de Diversidad	
Especies	23
Individuos	92
Dominancia	0.19518
Shannon	2.2974
Margalef	4.8653
Equidad	0.73271

Con relación al IVI del estrato arbóreo, en la siguiente Figura se evidencia una distribución de abundancias altamente desigual, donde *Erythrina coralloides* concentra aproximadamente el 41% del total y *Jacaranda mimosifolia* alrededor del 18.5%, acumulando juntas cerca del 60% de los individuos, mientras que el resto presenta valores muy bajos. Este patrón puede asociarse a especies dominantes típicas del arbolado urbano y ambientes perturbados, como *Eucalyptus globulus, Ficus benjamina, Schinus molle* o *Casuarina equisetifolia*, que suelen plantarse de forma intensiva o presentan alta capacidad de adaptación. En contraste, las especies con menor abundancia como *Ipomoea murucoides, Opuntia lasiacantha* o *Lophocereus marginatus*, aparecen de forma aislada o con pocos individuos. En conjunto, esto refleja una comunidad dominada por pocas especies exitosas, mientras que el resto corresponde a elementos secundarios, ornamentales o remanentes, lo cual es característico de sistemas urbanos altamente intervenidos.

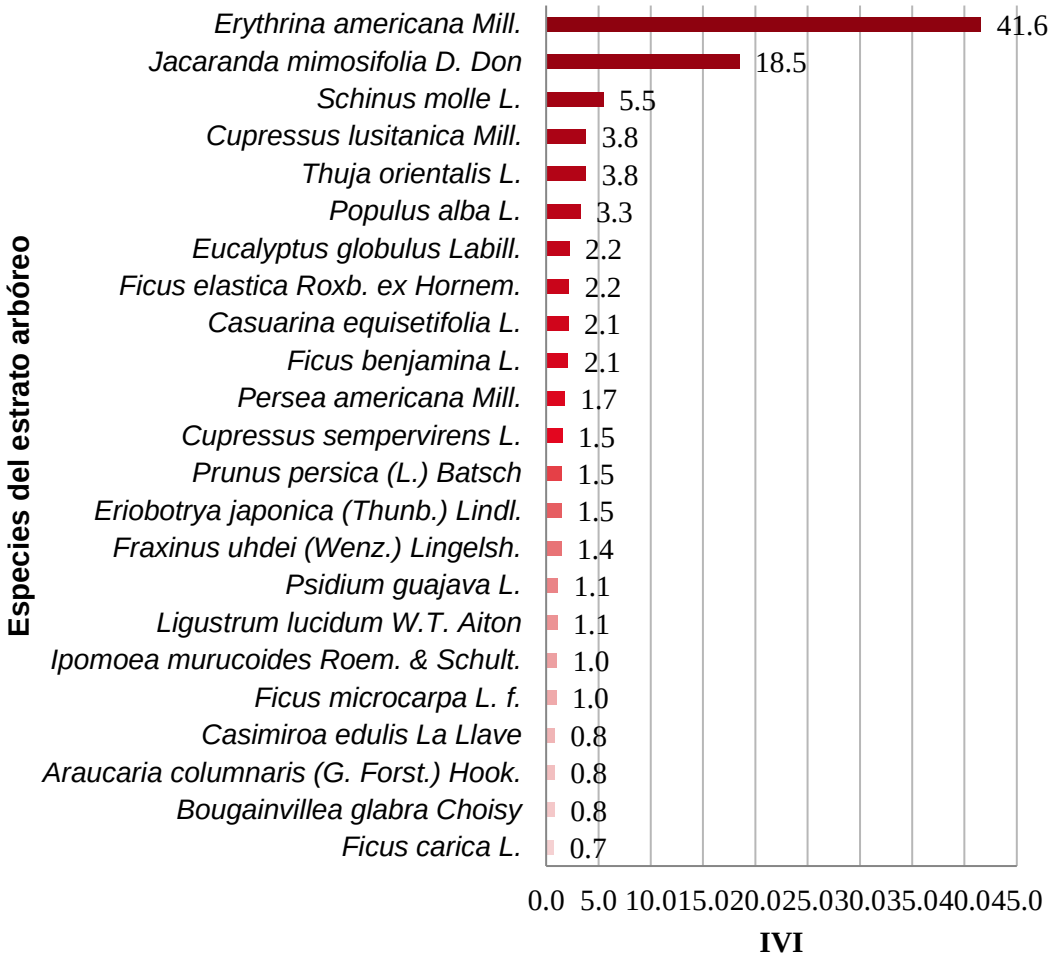


Figura 118. Valores de IVI del estrato arbóreo

- Estrato arbustivo

De acuerdo con la siguiente tabla, los valores indican una diversidad moderada con una estructura relativamente equilibrada, a pesar del bajo número de especies (11) e individuos (25). El índice de Shannon (H´=2.068) refleja una comunidad con diversidad media, mientras que la dominancia (D=0.168) sugiere que, aunque

existen especies con mayor representación, no hay una monopolización extrema del sistema. La equidad alta (J´=0.86) es particularmente relevante, ya que indica que los individuos están distribuidos de manera bastante uniforme entre las especies, lo cual es consistente con comunidades donde no predomina una sola especie de forma marcada. Por su parte, los índices de riqueza (Mg= 3.10,) son relativamente bajos, lo que confirma una riqueza limitada, típica de estratos específicos o ambientes urbanos con menor complejidad estructural. En conjunto, estos valores describen una comunidad poco diversa pero relativamente homogénea, probablemente asociada a vegetación secundaria o manejada, donde las especies presentes tienen una participación más equilibrada dentro del sistema.

Tabla 59. Índices de diversidad del estrato arbustivo

Índices de Diversidad	
Especies	11
Individuos	25
Dominancia	0.168
Shannon	2.068
Margalef	3.1067
Equidad	0.86241

Por su parte, con relación al IVI la muestra una distribución de abundancia con dominancia compartida, donde dos especies concentran los valores más altos con aproximadamente 21% como el caso de *Bougainvillea glabra* (bugambilia), lo que indica su fuerte presencia dentro del estrato analizado. Les siguen especies como *Punica granatum* (granada) con 14.88% y *Prunus persica* (durazno) con 10.97%. En los niveles más bajos se encuentran especies ruderales o de crecimiento espontáneo como *Nicotiana glauca* y *Ricinus communis.* Este patrón sugiere una comunidad con dominancia de especies ornamentales y cultivadas, acompañadas por elementos secundarios de menor abundancia, lo cual es característico de ambientes urbanos donde la estructura vegetal responde a decisiones de plantación y manejo, combinadas con procesos de colonización espontánea en espacios perturbados.

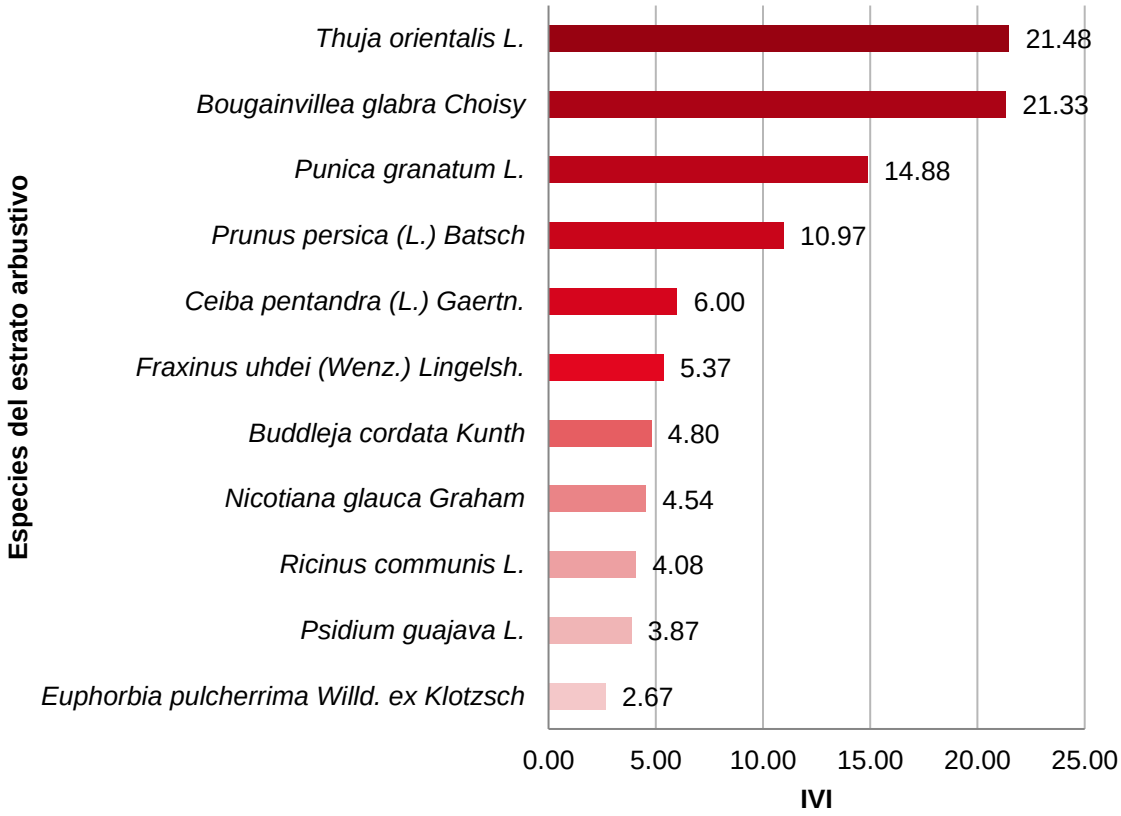


Figura 119. Valores de IVI del estrato arbustivo

- Estrato CRP (cactáceas, rosetófilas y palmas)

En la siguiente Tabla se puede observar que los valores indican una diversidad moderada con una estructura relativamente equilibrada, considerando las 14 especies y 46 individuos registrados, ver siguiente Tabla. El índice de Shannon (H´=2.27) refleja una comunidad con diversidad intermedia, donde varias especies contribuyen de manera importante sin que exista una dominancia extrema, lo cual se confirma con el valor de dominancia relativamente bajo (D=0.15). La equidad alta (J´=0.86) sugiere que los individuos están distribuidos de forma bastante homogénea entre las especies, indicando que ninguna sobresale de manera desproporcionada. Por otro lado, el índice de riqueza (Mg= 3.39,) muestra una

riqueza limitada, típica de estratos específicos o comunidades bajo condiciones de disturbio o manejo. En conjunto, estos resultados describen una comunidad moderadamente diversa y bien distribuida, probablemente asociada a vegetación secundaria o componentes urbanos donde coexisten especies cultivadas y espontáneas sin una dominancia marcada.

Tabla 60. Índices de diversidad del estrato CRP

Índices de Diversidad	
Especies	14
Individuos	46
Dominancia	0.15028
Shannon	2.2771
Margalef	3.3955
Equidad	0.86284

La siguiente Figura muestra la distribución de especies vegetales en el sitio a partir del IVI, evidenciando una estructura fuertemente dominada por pocas especies en un contexto urbano y antropizado. Destaca claramente *Yucca filifera* como la especie con mayor valor, muy por encima del resto, lo que sugiere no solo su alta abundancia sino también su relevancia estructural dentro del sitio, probablemente asociada a su uso como elemento ornamental o tolerado en espacios intervenidos. En un segundo nivel se encuentra *Washingtonia robusta*, también común en alineaciones urbanas, seguida por un grupo intermedio donde aparecen *Cylindropuntia imbricata* y *Agave salmiana*, especies típicas de ambientes semiáridos pero que en este caso pueden estar manejadas o naturalizadas. A partir de este punto, la mayoría de las especies como *Opuntia* spp., *Lophocereus marginatus* y *Aloe arborescens*- presentan valores bajos y relativamente similares, lo que indica una amplia presencia de especies con baja representatividad individual. En conjunto, este patrón refleja una comunidad altamente desigual y simplificada, donde pocas especies dominantes muchas de ellas asociadas a usos

urbanos o adaptadas al disturbio estructuran el sistema, mientras que el resto corresponde a elementos secundarios, cultivados o de ocurrencia marginal.

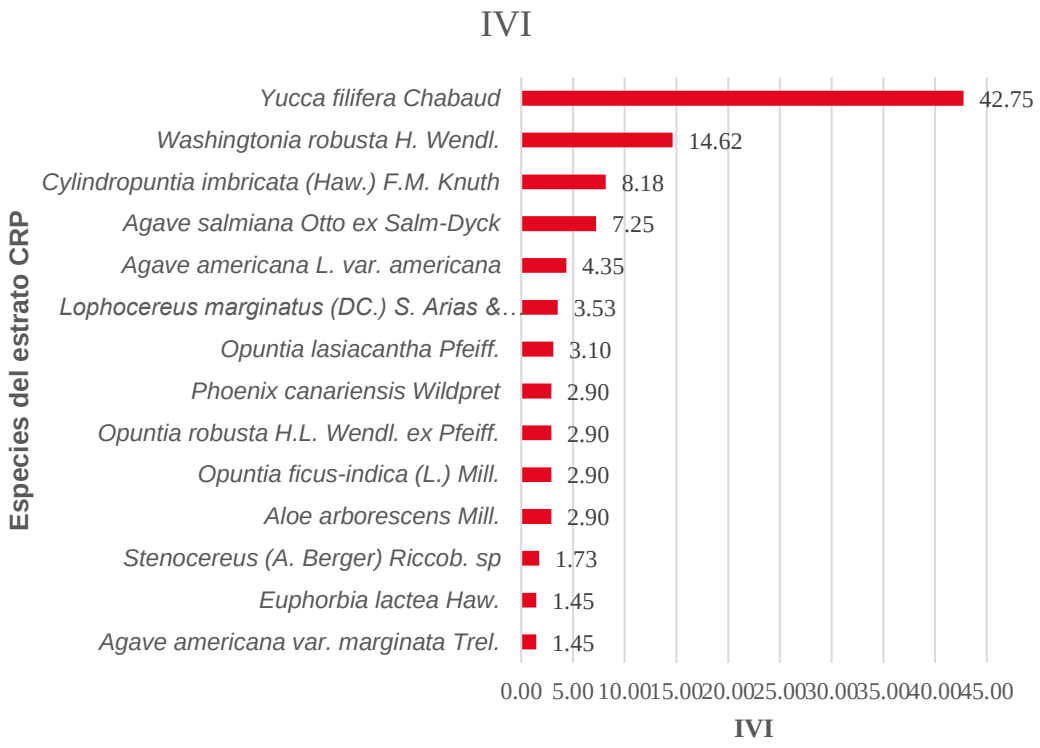


Figura 120. Valores de IVI del estrato cactáceo, rosetófilo palmar (CRP)

- Estrato herbáceo

La siguiente Tabla muestra como los valores reflejan una comunidad con diversidad moderada-alta y una distribución muy homogénea de los individuos, a pesar del número relativamente bajo de especies (13) e individuos (25). El índice de Shannon (H´=2.33) indica una diversidad relativamente alta para el tamaño de la muestra, mientras que la baja dominancia (D=0.12) confirma que ninguna especie concentra de manera importante la abundancia. Esto se refuerza con la equidad elevada (J´=0.91), que sugiere una distribución casi uniforme entre especies, característica de comunidades donde no hay especies claramente dominantes. Los índices de

riqueza (Mg= 3.72,) apuntan a una riqueza moderada, pero bien representada en términos de abundancia. En conjunto, estos resultados describen una comunidad equilibrada y poco dominada, probablemente asociada a un estrato con alta mezcla de especies como el herbáceo o ruderal donde múltiples especies coexisten bajo condiciones similares sin que alguna sobresalga significativamente.

Tabla 61. Índices de diversidad del estrato herbáceo

Índices de Diversidad	
Especies	13
Individuos	25
Dominancia	0.12
Shannon	2.3324
Margalef	2.6
Equidad	3.728

La siguiente Figura muestra una distribución claramente desigual de valores de IVI donde una sola especie *Arundo donax* domina con aproximadamente 25%, muy por encima del resto. Le siguen *Bidens odorata* y *Lepidium virginicum* con valores cercanos (15.04 y 14.74), que también tienen un peso importante dentro del conjunto, formando un segundo nivel de dominancia. A partir de ahí, se observa una caída progresiva: algunas categorías intermedias (como 8.31, 7.20 y 5.97) mantienen cierta relevancia, pero la mayoría se agrupa en valores bajos (entre~2.7 y 4.3), lo que indica una alta concentración en pocas especies o elementos. En conjunto, el corresponde a una comunidad o sistema con baja equidad y alta dominancia, donde pocos componentes concentran gran parte de la importancia relativa, mientras que muchos otros tienen participación marginal.

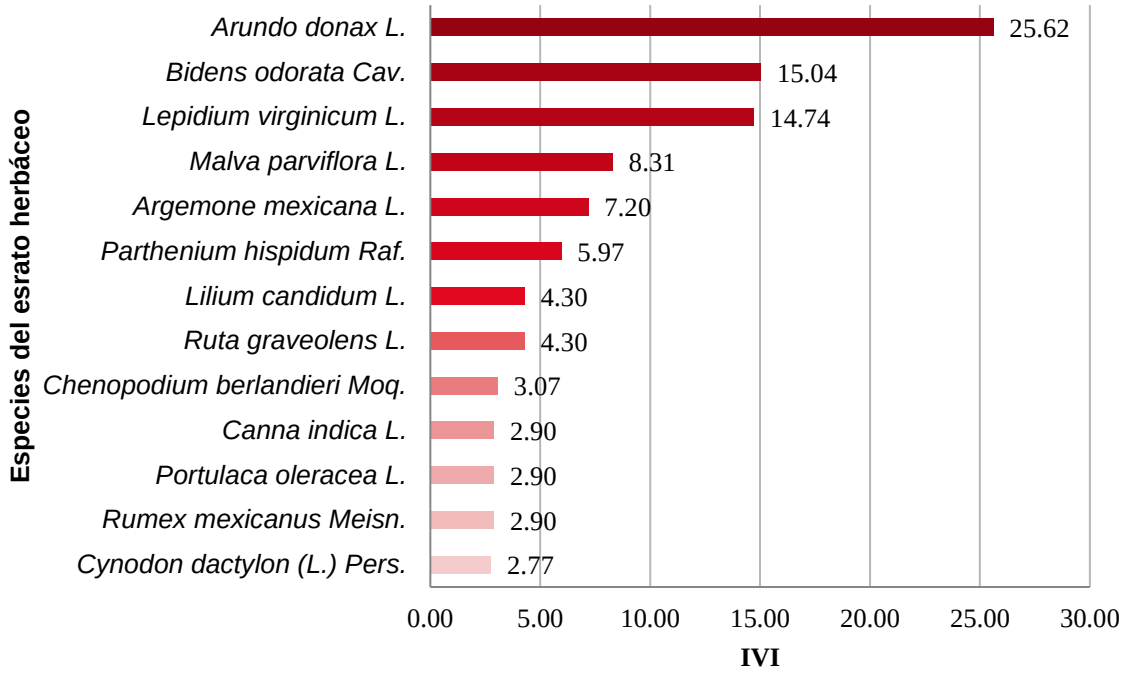


Figura 121. Valores de IVI del estrato herbáceo

Los resultados muestran que la vegetación asociada al proyecto no corresponde a un sistema ecológico natural, sino a un ensamble urbano altamente intervenido, donde la diversidad registrada es producto de la mezcla de especies cultivadas, naturalizadas y ruderales. Aunque los índices de diversidad sugieren una comunidad diversa, su interpretación ecológica en función de la biología de las especies registradas en la composición es limitada, ya que esta riqueza responde principalmente a la introducción y manejo humano, más que a procesos de sucesión o estabilidad ecológica. Este patrón se confirma en todos los estratos: donde el arbóreo presenta mayor dominancia y menor equidad, reflejando la presencia de especies plantadas de forma intensiva; mientras que los estratos arbustivo y CRP muestran estructuras más homogéneas, pero con riqueza limitada, asociadas a vegetación ornamental y secundaria.

En contraste, el estrato herbáceo presenta alta equidad y baja dominancia, lo que es característico de comunidades ruderales en ambientes perturbados. Las gráficas

de IVI por su parte, refuerzan este comportamiento, en el que en algunos estratos existe una fuerte dominancia de especies particulares (como *Yucca filifera* o *Arundo donax*), mientras que en otros la dominancia es compartida entre especies ornamentales, evidenciando que la estructura vegetal responde más a decisiones de manejo, disponibilidad en viveros y tolerancia al disturbio que a condiciones ambientales naturales. En conjunto, el sistema presenta alta heterogeneidad espacial, baja integridad ecológica y fuerte influencia antrópica, con presencia importante de especies exóticas e invasoras.

En términos de conservación, la mayoría de las especies registradas carecen de categoría de riesgo, tanto a nivel nacional conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III (2019), como a nivel internacional en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, lo cual es consistente con taxa de amplia distribución y alta tolerancia al disturbio. No obstante, se identifican casos puntuales de interés regulatorio, como *Erythrina coralloides*, catalogada como amenazada, y *Hesperocyparis lusitanica*, sujeta a protección especial bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, las especies *Opuntia lasiacantha* y *Lophocereus marginatus* se encuentran incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), lo que responde principalmente al control de su comercio internacional más que a su condición ecológica local.

A pesar de ello, estos registros no configuran un sistema de alto valor de conservación, sino la presencia de individuos aislados asociados en su mayoría a manejo ornamental o paisajístico urbano, frecuentemente fuera de su rango de distribución natural o bajo condiciones artificiales de establecimiento. En este sentido, su relevancia ecológica es limitada a escala de comunidad, por lo que su manejo puede abordarse mediante medidas específicas, como la reubicación dirigida de ejemplares de interés, el rescate previo a obras, o la compensación mediante revegetación con especies nativas acordes al sitio, priorizando aquellas propias de la región y con mayor aporte a la funcionalidad ecológica local. En conjunto, la interpretación ecológica descrita anteriormente, permite concluir que el área del proyecto corresponde a un sistema altamente artificializado, con fuerte perturbación y baja integridad ecológica. La vegetación está dominada por especies cultivadas, exóticas o ruderales, mientras que los elementos nativos y endémicos se presentan de forma aislada y sin continuidad.

Dictamen de arbolado urbano

En virtud de que se removerán árboles catalogados como arbolado urbano, en las zonas donde se pretenden instalar las estaciones, específicamente en las

estaciones ubicadas en la Av. Canal de Santa Bárbara, se realizó su censo para efectos del trámite de dictamen de arbolado urbano.

Adicionalmente al censo, se determinó el estado fitosanitario de los especímenes. Las tres especies más comunes son *Populus* sp, *Jacaranda mimosifolia* y *Cupressus macrocarpa*. En cuanto a presencia de especies bajo algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se han registrado especímenes de Colorín (*Erythrina coralloides*), que se encuentra bajo el estatus de Amenazada (A) y de Cedro blanco (*Hesperocyparis lusitanica*) que se encuentra bajo el estatus de sujeta a protección especial (Pr); sin embargo, es importante precisar que en el diseño y ubicación de las estaciones se consideró su ubicación para evitar cualquier incidencia. Es importante precisar que la autoridad municipal competente establecerá las medidas de restitución que correspondan, de acuerdo a lo establecido en la NTEA-018-SeMAGEM-DS-2017, que establece las especificaciones técnicas y criterios que deberán cumplir las autoridades de carácter público, personas físicas, jurídicas colectivas, privadas y en general todos aquellos que realicen labores de poda, derribo, trasplante y sustitución de árboles en zonas urbanas del Estado de México.

b) Fauna

Con los registros de la fauna silvestre obtenidos en los 11 puntos de verificación, se elaboró la siguiente Tabla, la cual muestra un listado general de las especies; en el que se incluyen los datos taxonómicos de orden, familia, especie, nombre común y distribución. Ninguna de las especies registradas se encuentra bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo normativo III.

Tabla 62. Listado general de fauna silvestre registrada

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita de Cola Larga	Nativa
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de Alas Blancas	Nativa
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	Exótica
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	Exótica
Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí Pico Ancho	Nativa
Pssitaciformes	Pssittacidae	*Myopsitta monachus*	Cotorro Monje Argentino	Exótica
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero Cardenalito	Nativa
Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacohe Pico Curvo	Nativa
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	Exótica
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	Nativa
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Corona Negra	Nativa
Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón Mexicano	Nativa

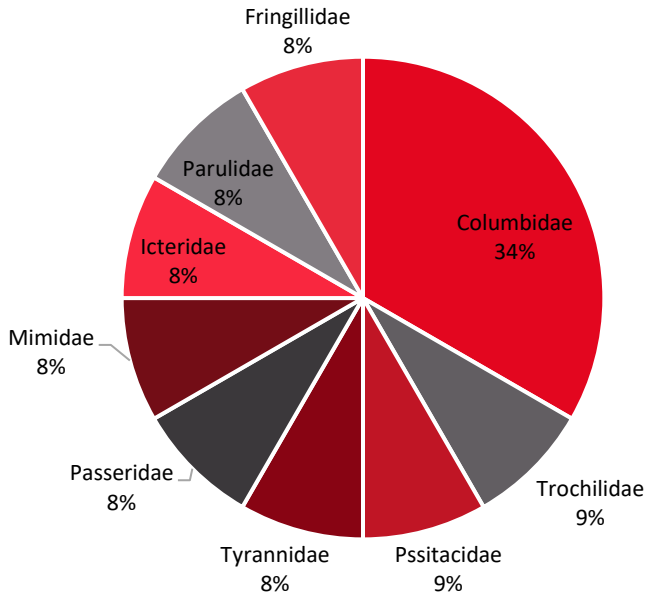


Figura 122. Composición de aves registradas para el AP

En cuanto a su estructura ecológica, la ausencia de grupos faunísticos como anfibios, reptiles y mamíferos, indica un entorno limitado y/o carente de recursos y hábitats disponibles para estos grupos taxonómicos, reduciendo drásticamente la funcionalidad ecológica de la zona y de la diversidad en sí misma, convirtiéndose en un sistema totalmente dependiente de las aves, ecológicamente simplificado y altamente selectivo, en el que solo pueden prosperar las especies con mayor plasticidad ecológica y que resultan tolerantes a la perturbación; Esto es característico de procesos avanzados de urbanización y es indicativo de una pérdida significativa de integridad ecológica, particularmente en términos de diversidad funcional y complejidad de interacciones bióticas.

En la siguiente Tabla se presenta el análisis de la estructura ecológica para el grupo de las aves, el cual es el único grupo presente en el AP. Se puede observar un valor de diversidad bajo, obtenido del índice de Shannon (H´= 1.86), considerando que este índice puede tomar valores de 1 a 5 en donde, mientras más cercano a cero, las comunidades son poco diversas, además de este valor, la riqueza igualmente resulta ser moderadamente baja con valor de Mg=2.026 que junto con los valores de dominancia (D=0.199) y equitabiliad (J´=0.748) refuerzan la idea de una

comunidad estructuralmente simplificada y ecológicamente empobrecida, donde unas cuantas especies explotan eficientemente los recursos urbanos (alimento antropogénico, estructuras para anidación, escasa vegetación), sin llegar a ser totalmente dominantes, pero que si representan una comunidad fuertemente sesgada hacia especies oportunistas; Esto suele estar vinculado a procesos de sinantropización, donde las especies mejor adaptadas al humano reemplazan a las nativas más especializadas.

Desde una perspectiva integral, estos patrones reflejan un proceso típico de homogeneización biótica urbana, en el cual se tiende a presentar comunidades de aves muy similares entre sí, dominadas por las mismas especies cosmopolitas. Esto implica una pérdida de identidad ecológica local y una disminución en la funcionalidad ecosistémica.

Tabla 63. Índices de diversidad de la fauna silvestre registrada en el AP

Índices de Diversidad	
Taxa	12
Individuos	228
Dominancia	0.19995
Diversidad	1.8605
Riqueza	2.026
Equitabilidad	0.74872

De las especies de aves registradas para cada punto de verificación, se determinaron los valores de la abundancia absoluta y relativa mediante el número total de individuos contabilizados en el total de sitios de observación; además de la frecuencia relativa de incidencia de las especies en el total de los puntos de verificación, obteniendo los valores que se muestran en la siguiente Tabla, en la que se resaltan los puntos de verificación con mayor incidencia de aves.

Tabla 64. Valores de abundancia y frecuencia de ocurrencia de las especies de fauna del AP.

Especie	Nombre Común	Urbano											Abundancia Absoluta	Frecuencia
		PV-1	PV-2	PV-3	PV-4	PV-5	PV-6	PV-7	PV-8	PV-9	PV-10	PV-11		
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	4	2	6	2	2	3	2	0	4	5	4	34	10
Zenaida asiatica	Paloma de Alas Blancas	0	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	5	3
Streptopelia decaocto	Paloma Turca de Collar	0	1	2	1	6	0	0	0	0	0	0	10	4
Columba livia	Paloma Doméstica	3	5	0	0	0	4	5	12	3	0	0	32	6
Cynanthus latirostris	Colibrí Pico Ancho	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Myopsitta monachus	Cotorro Monje Argentino	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1
Pyrocephalus rubinus	Mosquero Cardenalito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche Pico Curvo	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3	3
Passer domesticus	Gorrión Doméstico	12	6	8	5	10	4	3	6	7	5	11	77	11
Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	5	2	4	4	6	7	0	0	4	8	3	43	9

Especie	Nombre Común	Urbano											Abundancia Absoluta	Frecuencia
		PV-1	PV-2	PV-3	PV-4	PV-5	PV-6	PV-7	PV-8	PV-9	PV-10	PV-11		
Setophaga coronata	Chipe Corona Negra	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	0	0	0	0	4	0	0	0	5	0	8	17	3
		24	18	**22**	17	**29**	18	10	18	**26**	18	**28**	210	52

Conforme a la tabla anterior, podemos observar que los puntos de verificación PV-1, PV-3, PV-5, PV-9 y PV-11, fueron aquellos en los que se registró un mayor número de individuos (>20) y que corresponde a sitios en donde se pudo observar arbolado urbano de mayor porte, así como áreas colindantes con lotes baldíos y sitios con vegetación arvense ruderal.

Conforme a los datos anteriores, se obtuvieron los valores de abundancia y frecuencia mediante los cuales se realizó una categorización de las especies para determinar su rango de abundancia repartidas en las categorías de especies de abundancia rara, moderada y abundantes, ver siguiente Tabla.

Tabla 65. Categorización de rangos de abundancia para la fauna silvestre.

Rangos de Abundancia Relativa		
Max.	0.338	
Min.	0.004	
Rango	0.113	
Categorías de Abundancia Relativa		
R= Rara	0	0.004
M=Moderada	0.004	0.117
A= Abundante	0.117	0.230

De esta forma se obtuvo la siguiente categorización de las especies de aves registradas, con base en sus valores de abundancias relativas y frecuencias de ocurrencia a lo largo del trazo del proyecto, ver siguiente Tabla:

Tabla 66. Categorías de abundancia relativa de las especies de fauna registradas

Especie	AR	FR	Categoría de Abundancia
Pyrocephalus rubinus	0.004	0.018	Rara
Cynanthus latirostris	0.009	0.036	Moderada
Myopsitta monachus	0.009	0.018	Moderada
Setophaga coronata	0.009	0.036	Moderada
Toxostoma curvirostre	0.013	0.055	Moderada
Zenaida asiatica	0.022	0.055	Moderada
Streptopelia decaocto	0.044	0.073	Moderada
Haemorhous mexicanus	0.075	0.055	Moderada
Columba livia	0.140	0.109	Abundante
Columbina inca	0.149	0.182	Abundante
Quiscalus mexicanus	0.189	0.164	Abundante
Passer domesticus	0.338	0.200	Abundante

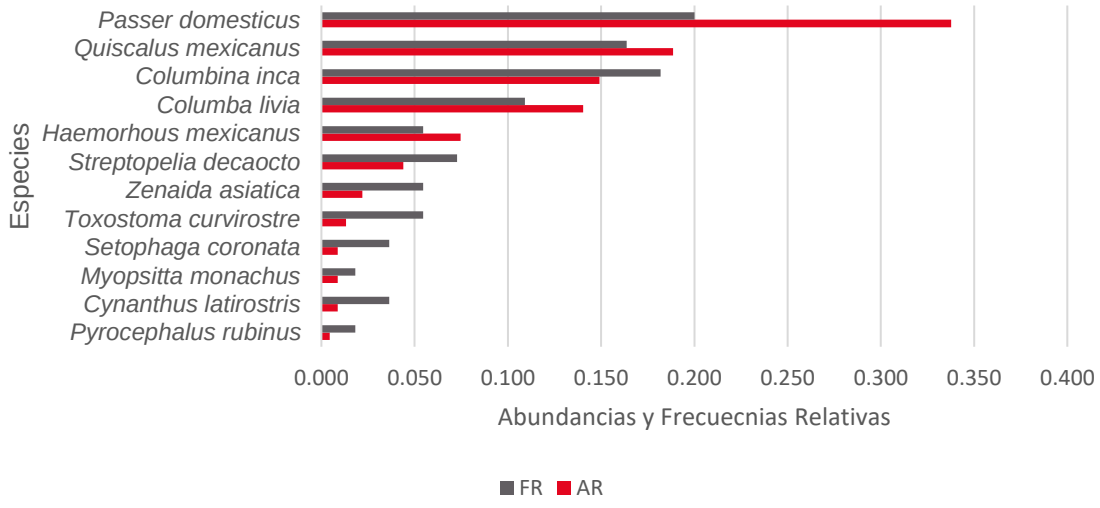


Figura 123. Gráfico de valores de abundancia y frecuencia relativas de las especies de fauna registradas

En el área del proyecto las especies más abundantes resultan ser aquellas que tienen una mejor tolerancia a las condiciones urbanas y periurbanas, y que por lo tanto se localizan en la mayor parte del trazo, entre ellas destaca la presencia del gorrión doméstico (*Passer domesticus),* el cual es una especie exótica invasora, originaria del medio oriente que debido a su alta adaptabilidad y preferencia por los hábitats antropizados, se ha expandido a prácticamente todos los continentes; esta especie funge como un indicador de ambientes modificados, registrándose en grandes cantidades, ya que incluso suele evitar áreas con vegetación primaria, esta especie fue la única que se pudo registrar en los 11 puntos de verificación (FR=0.200) y con la mayor abundancia, siendo de 77 registros individuales que le confieren el valor más alto de abundancia relativa AR=0.338, seguida en abundancia por el Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*), con 43 registros (AR=0.189) y con una frecuencia relativa de ocurrencia de FR=0.164, por estar presente en nueve de los 11 puntos de verificación; posteriormente, la Tortolita de Cola Larga (*Columbina inca*) obtuvo una frecuencia mayor de FR=0.164 por haberse localizado en 10 de los 11 puntos de verificación aunque con una menor abundancia relativa (AR=0.149) con 34 organismos registrados; en cuarta posición destaca otra de las especies exóticas invasoras, correspondiente a la Paloma Doméstica (*Columba livia)* que es otra de las especies más ampliamente distribuidas en zonas urbanas por su tolerancia y capacidad de adaptabilidad a entornos modificados, considerada incluso como plaga y perjudicial por ser un vector de enfermedades zoonóticas y causante de daños en estructuras externas de edificios y fachadas, por sus heces que acumulan ácidos capaces de corroer piedra y metales.

Seguido de estas cuatro especies que fueron categorizadas como abundantes, se encuentran otras qué, si bien igual son frecuentes en ambientes urbanos, sus poblaciones suelen ser menos densas en este tipo de entornos y que fueron clasificadas con abundancia moderada, ya que suelen requerir zonas con mayor cobertura de vegetación y/o arbolado de mayor talla u otras condiciones más específicas del hábitat, tal como en el caso del Pinzón Mexicano (*Haemorrhous mexicanus*) que requiere espacios abiertos con vegetación herbácea principalmente de gramíneas, las cuales aprovecha para forrajear en búsqueda de semillas y que fue registrado con mayor abundancia en el PV-11, que corresponde al lote baldío donde se pretende la ubicación del depósito de autobuses tipo trolebús, el cual

cumple con estas características por ser una zona de cultivo en desuso, así como otras especies como el Cuitlacoche Pico Curvo (*Toxostoma curvirostre*) que fue registrado en los puntos cercanos que colindan con zonas de vegetación secundaría y áreas abiertas igualmente de cultivos abandonados, mientras que el Chipe Corona Negra por otro lado fue registrado únicamente en los PV-3 y PV-5 que son zonas correspondientes al camellón de la Avenida Canal de Santa Barbara en donde se registraron arboles de porte alto y gran cobertura como el Hulle (*Ficus elástica)*, al igual que el Colibrí Pico Ancho (*Cynanthus latirostris*) que fue igualmente observado únicamente asociado a esta vegetación en floración presente en el camellón.

Otra de las especies con este tipo de particularidades de hábitat y que fue la única especie clasificada como “Rara” corresponde al Mosquero Cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*), el cual fue registrado únicamente en el PV-11, por aprovechar áreas abiertas como una zona de caza para la búsqueda de insectos asociados a este tipo de vegetación herbácea.

Así mismo es importante destacar que a lo largo de los PV, se registraron otras especies exóticas que igualmente aprovechan las condiciones de cobertura otorgada por algunas especies arbóreas propias del arbolado urbano, principalmente en aquellos sitios correspondientes a las zonas del Camellón de la Av. Canal de Santa Barbara, en donde fueron registradas la Paloma Turca de Collar (*Streptopelia decaocto*) y el Cotorro Monje Argentino (*Myiopsitta monachus*). Por ello es importante destacar que, de la riqueza de especies registrada, el 33% corresponde a especies exóticas invasoras que equivale a cuatro de las 12 especies observadas y que por lo tanto las especies nativas se posicionan por encima de este valor solo por tres especies más, con el 67%, tal como se observa en la siguiente figura.

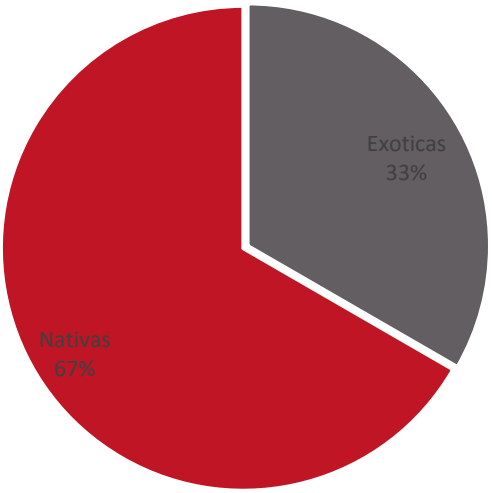


Figura 124. Representatividad de especies de fauna exóticas y nativas registradas

Las especies exóticas registradas a lo largo del trazo del AP, se enlistan en la siguiente Tabla.

Tabla 67. Especies exóticas invasoras registradas en el trazo del AP.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Origen
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	Sur de Asía
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	Eurasia y Norte de África
Psittasiformes	Psittacidae	*Myiopsitta monachus*	Cotorro Monje Argentino	Sudamérica

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Origen
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	Eurasia

Finalmente es importante destacar que ninguna de las especies de fauna silvestres registradas a lo largo del trazo del AP, se encuentra en alguna de las categorías de riesgo/protección, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo normativos III, ni en ningún otro tratado internacional como la lista roja de especies amenazadas de la IUCN y que debido a su alta adaptabilidad urbana aunado a sus capacidades de desplazamiento y vagilidad, las obras directas o indirectas del proyecto no representan un riesgo potencial que pueda derivar en la perdida de poblaciones silvestres ni en la disminución drástica de individuos de la región, sin embargo deberá considerarse de suma relevancia que durante las actividades del proyecto, se puedan registrar algunas otras especies tanto de aves, como de otros grupos faunísticos que pudieran presentar características de lento desplazamiento y que ante este tipo de encuentros, los individuos deberán reubicarse en zonas cercanas como pueden ser parques, jardines u otras áreas con mejores condiciones de vegetación.

3.2.2.4 Resumen de distribución de flora y fauna en el AP.

Después de la verificación del entorno y derivado de los diferentes análisis realizados, es posible concluir que la zona correspondiente al trazo donde se pretende la construcción del proyecto “**Transporte Urbano Tipo Trolebús en Ixtapaluca, Estado de México”**, se encuentra altamente perturbada, básicamente por su constante tránsito vehicular, la fragmentación del hábitat y la creciente urbanización del área, encontrándose incluso áreas completamente desprovistas de vegetación o bien reducida únicamente a los camellones de las vialidades principales en la Av. Canal de Santa Barbara y la Carretera federal México-Puebla.

Tras los análisis de los índices de valor de importancia y de los índices de diversidad, es evidente que la riqueza y diversidad de las comunidades vegetales esta soportada por solo unas cuantas especies que se distribuyen de manera homogénea; como parte del diagnóstico ambiental en términos de la vegetación se puede concluir que el AP se localiza en una zona con presencia de flora predominantemente de tipo urbana compuesta por especies principalmente de diseño paisajístico, cultivadas, ornamentales y ruderales, sin presencia de comunidades vegetales naturales conservadas, su riqueza y los valores de diversidad general no reflejan un sistema ecológicamente íntegro, sino una

diversidad inducida resultado de la mezcla de especies nativas, exóticas y naturalizadas bajo condiciones de manejo humano.

Por su parte lo correspondiente a fauna silvestre, refleja las condiciones de perturbación derivadas por la pérdida o disminución de la vegetación y por ende de hábitats de calidad, generando así, valores bajos de riqueza y diversidad, con ausencia de grupos faunísticos susceptibles a la pérdida del hábitat y siendo las aves el único grupo capaz de tolerar este grado de transformación, debido a sus capacidades de desplazamiento; las cuales a su vez presentaron una composición alta de especies exóticas invasoras y aunque también se registró la presencia de especies nativas, estas son principalmente de carácter generalista y bien adaptadas a entornos urbanos, implicando una pérdida de identidad ecológica y una disminución en la funcionalidad ecosistémica.

La presencia puntual de especies con estatus de protección, como el Colorín (*Erythrina coralloides*) y el Cedro Blanco (*Hesperocyparis lusitanica*) implica la necesidad de implementar medidas específicas de manejo. Sin embargo, es importante destacar que, en el contexto del área de estudio, estos individuos corresponden principalmente a especies cultivadas o introducidas como parte del diseño paisajístico urbano, y no a poblaciones naturales o relictos de vegetación original y que por lo tanto su presencia está lejos de tener una función ecológica significativa; por lo que la reubicación de individuos podría estar sujeta a la valoración de su supervivencia tratándose de organismos de tallas grandes o bien, de manera complementaria, cuando la reubicación no sea factible, se contempla la compensación mediante la plantación de especies nativas, fortaleciendo así la funcionalidad ecológica del entorno sin contradecir la naturaleza intervenida del paisaje, a través del establecimiento de áreas verdes y/o jardineras que incluyan especies nativas, como cactáceas u otras plantas que puedan servir para la atracción de polinizadores y/o como refugio y alimento para especies de aves nativas; En este sentido, la estrategia sugerida no se enfoca en la preservación de asociaciones vegetales, sino en la gestión puntual del arbolado urbano y de ejemplares de interés ecológico o normativo, priorizando su rescate y reubicación hacia áreas verdes o viveros donde puedan mantenerse en condiciones adecuadas.

3.2.3 Componentes socioeconómicos

3.2.3.1 Dinámica Poblacional

De acuerdo con la información del Censo de Población y Vivienda 2020, la población total del municipio de Ixtapaluca ascendió a 542,211 habitantes. Del total municipal, el 51.5 % corresponde a población femenina (279,128 mujeres), mientras que el 48.5 % corresponde a población masculina (263,083 hombres), lo que refleja una

ligera predominancia de mujeres en la estructura demográfica municipal (véase Figura correspondiente).

En cuanto a la distribución por grupos de edad, se observa que los rangos etarios con mayor concentración poblacional fueron los de 15 a 19 años, con 49,605 habitantes, 20 a 24 años, con 49,117 habitantes, y 10 a 14 años, con 47,461 habitantes. En conjunto, estos grupos representan aproximadamente el 27 % de la población total del municipio, evidenciando una estructura demográfica predominantemente joven.

Esta composición indica una elevada proporción de población en edad escolar y productiva temprana, lo cual se traduce en una alta demanda actual y futura de servicios urbanos, particularmente de movilidad, transporte público, equipamiento urbano y oportunidades laborales. En este contexto, el proyecto se inserta en una zona con requerimientos crecientes de infraestructura de transporte eficiente, seguro y accesible, contribuyendo a mejorar las condiciones de movilidad de la población local.

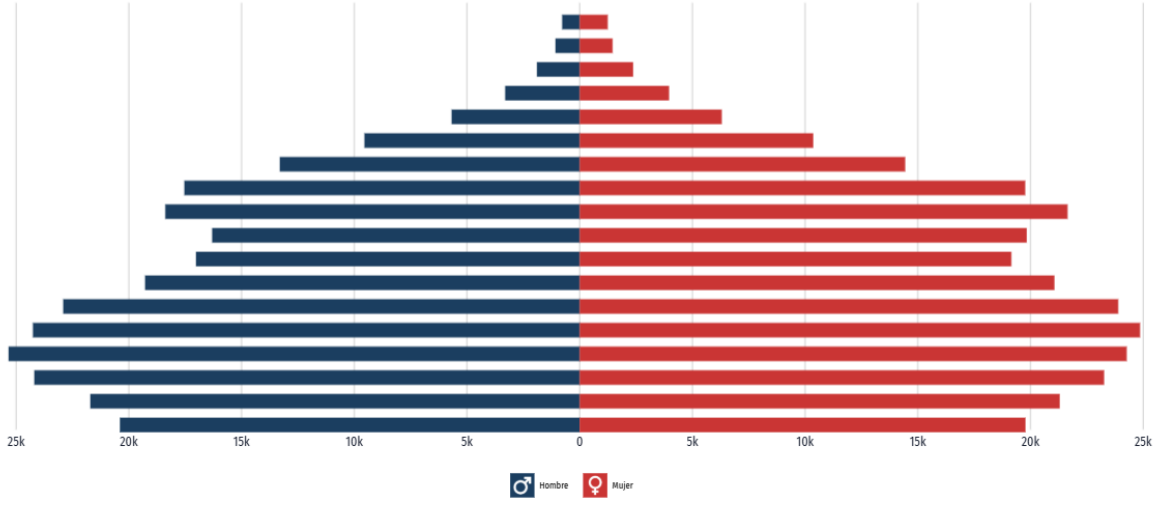


Figura 125. Pirámide poblacional total de Ixtapaluca 2020

3.2.3.2 Lengua indígena

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en el municipio de Ixtapaluca la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena representa un porcentaje reducido respecto del total municipal. Las principales lenguas indígenas identificadas corresponden a las diez de mayor presencia en el municipio, las cuales se muestran en la Figura correspondiente.

La baja proporción de población hablante de lengua indígena, así como su distribución dispersa dentro del ámbito urbano del municipio, indican que no existen comunidades indígenas asentadas de manera concentrada dentro del área de influencia directa del proyecto.

Considerando que el Proyecto integral para la construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús se desarrolla sobre vialidades urbanas consolidadas y no implica la ocupación de asentamientos tradicionales ni la modificación de dinámicas socioculturales específicas, se determina que no se generan impactos diferenciados ni adversos sobre población indígena, por lo que el proyecto resulta socialmente compatible desde este componente.

La gráfica muestra las 10 principales lenguas indígenas habladas por la población de Ixtapaluca.

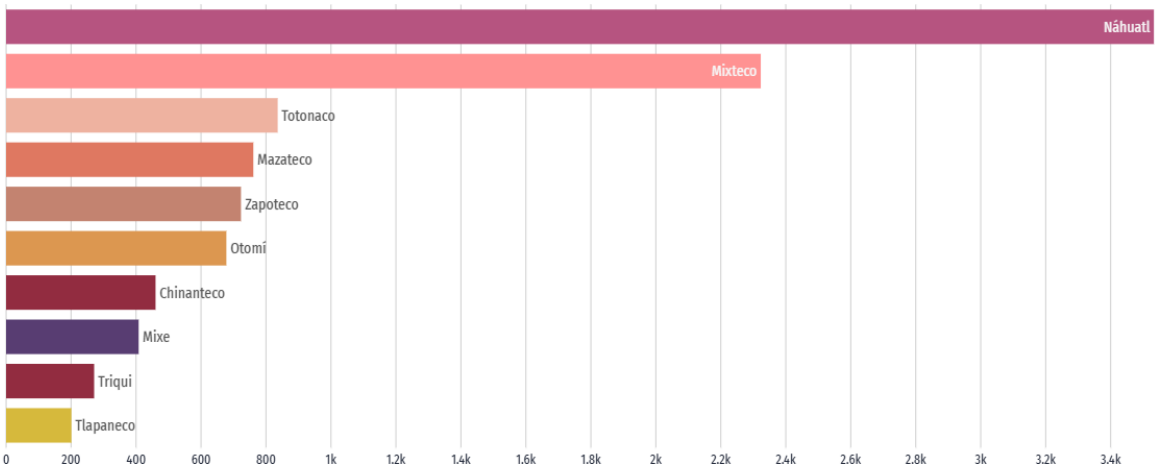


Figura 126. Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en Ixtapaluca

* Los datos visualizados fueron obtenidos del cuestionario ampliado cuyos datos tienen un intervalo de confianza del 90% y un error del 0.2.
Fuente Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado).

3.2.3.3 Inmigración extranjera

Con base en la información del ceso nacional más reciente, se identificó la presencia de población inmigrante extranjera en el municipio de Ixtapaluca, principalmente proveniente de Estados Unidos (446 personas), Colombia (144 personas) y Ecuador (12 personas) durante los últimos cinco años. Esta población representa una proporción minoritaria respecto del total municipal.

En cuanto a las causas de migración, los motivos más frecuentes reportados fueron de tipo familiar (205 personas), legal (125 personas) y educativo (96 personas), lo que indica una migración asociada a procesos de reunificación, regularización y formación académica, y no a desplazamientos forzados.

La distribución espacial de la población migrante es predominantemente urbana y dispersa, sin identificarse concentraciones específicas dentro del área de influencia directa del proyecto. Dado que el proyecto se limita a la adecuación de infraestructura vial y de transporte público en zonas urbanizadas, no se prevén impactos sociales adversos sobre población migrante, ni modificaciones significativas en sus condiciones de residencia, acceso a servicios o dinámica social.

Por el contrario, el proyecto puede representar un impacto positivo indirecto, al mejorar la accesibilidad, conectividad y movilidad urbana para la población en general, incluyendo a los grupos migrantes que utilizan el transporte público como medio principal de desplazamiento.



Figura 127. Inmigración a Ixtapaluca según país de origen

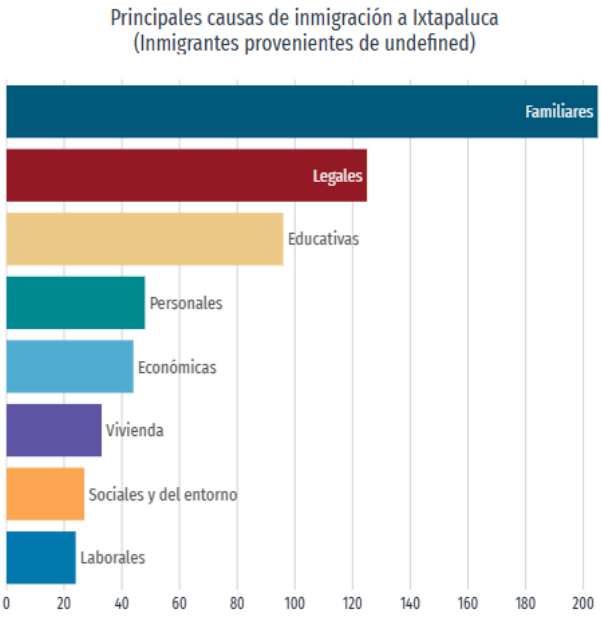


Figura 128. Principales causas de inmigración a Ixtapaluca

* La distribución porcentual no suma 100% porque no se visualiza el valor del no especificado.
* Los datos visualizados fueron obtenidos del cuestionario ampliado cuyos datos tienen un intervalo de confianza del 90% y un error del 0.2.
Fuente Censo de Población y Vivienda.

3.2.3.4 Cuartos y dormitorios de la vivienda

En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con cuatro y tres cuartos, 27.4% y 23%, respectivamente.

En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con un y dos dormitorios, 46.8% y 27.9%, respectivamente.

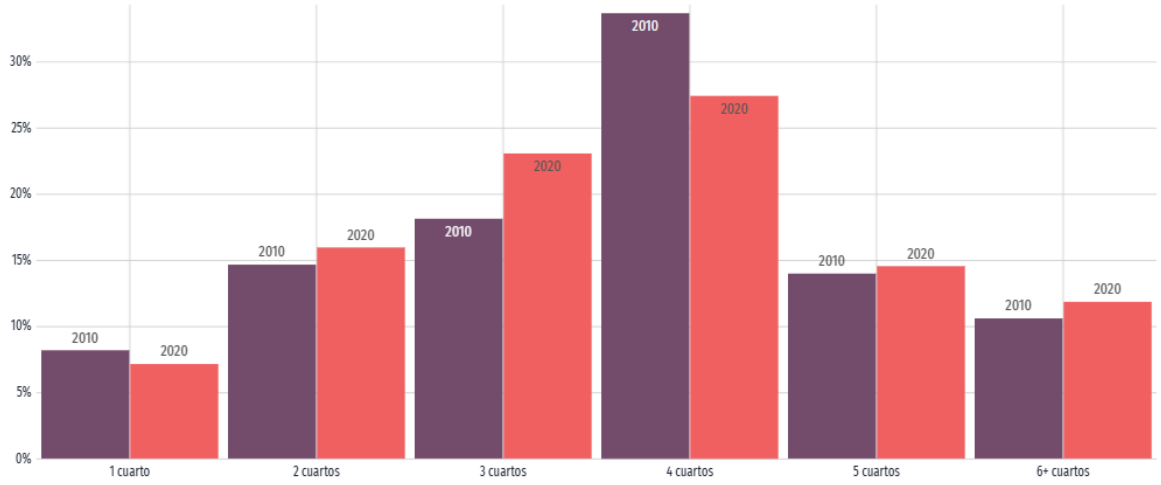


Figura 129. Distribución de viviendas particulares habitadas según número de cuartos en 2010 y 2020

* La distribución porcentual no suma 100% porque no se visualiza el valor del no especificado.

* Los datos visualizados fueron obtenidos del cuestionario ampliado cuyos datos tienen un intervalo de confianza del 90% y un error del 0.2.
Fuente Censo de Población y Vivienda.

3.2.3.5 Servicios y conectividad en la vivienda

En el municipio de Ixtapaluca, la caracterización del acceso a servicios y niveles de conectividad en la vivienda constituye un elemento relevante del componente socioeconómico de la Región Ecológica, ya que permite identificar las condiciones de equipamiento doméstico, movilidad y acceso a tecnologías de la población.

De acuerdo con la información disponible, los hogares del municipio presentan distintos niveles de acceso a elementos de conectividad y servicios, los cuales se agrupan en cinco categorías principales: acceso a tecnologías de la información y comunicación, entretenimiento, disponibilidad de bienes, disponibilidad de transporte y equipamiento de la vivienda. Los porcentajes correspondientes a cada categoría se ilustran mediante los íconos y gráficos presentados en la Figura correspondiente.

Los datos reflejan una diversidad en las condiciones de acceso a servicios urbanos y bienes materiales, propia de un municipio con carácter predominantemente urbano y en proceso de consolidación metropolitana. En general, se observa una presencia significativa de viviendas con acceso a infraestructura básica y elementos de conectividad, lo cual es consistente con la localización del municipio dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México.

La información relativa a servicios y conectividad en la vivienda permite establecer una línea base socioeconómica, útil para comprender las dinámicas de movilidad, comunicación y acceso a servicios de la población regional, sin que ello implique, en esta etapa del estudio, una valoración de impactos asociados al desarrollo del proyecto.

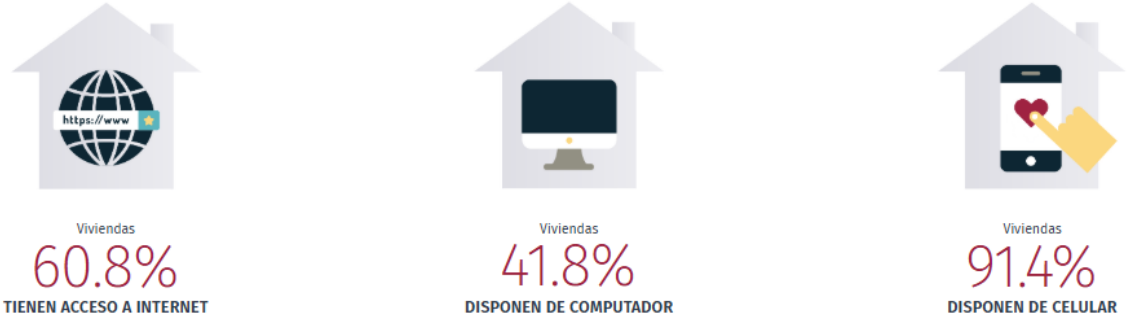


Figura 130. Servicios y conectividad en la vivienda

Fuente *Censo de Población y Vivienda 2020 (Cuestionario Básico y Cuestionario Ampliado)*

3.2.3.6 Tiempo de traslado

El tiempo de traslado cotidiano de la población hacia sus actividades laborales y educativas constituye un indicador clave para la caracterización de la Región Ecológica, ya que refleja las condiciones de movilidad, accesibilidad y conectividad urbana del municipio de Ixtapaluca en relación con su entorno metropolitano.

De acuerdo con la información correspondiente al año 2020, en Ixtapaluca el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue de 58.6 minutos, valor que se sitúa por encima del promedio nacional, lo que evidencia una alta demanda de movilidad diaria y una dependencia significativa del sistema de transporte para el acceso a fuentes de empleo. La distribución de la población según rangos de tiempo de traslado muestra que una proporción relevante de habitantes requiere tiempos prolongados para llegar a su lugar de trabajo, observándose tanto traslados menores a una hora como desplazamientos que superan este umbral, tal como se ilustra en la Figura correspondiente.

En lo que respecta a los traslados del hogar al lugar de estudios, el tiempo promedio registrado fue de 25.1 minutos. En este caso, la mayor parte de la población escolar realiza recorridos de menos de una hora, correspondiente al 87.7 %, mientras que un 11.3 % reporta tiempos de traslado superiores a una hora. Esta diferencia respecto a los trayectos laborales sugiere patrones de movilidad distintos asociados a la localización de centros educativos dentro del propio municipio o en áreas cercanas.

La distribución de los tiempos de traslado en Ixtapaluca refleja un contexto urbano-metropolitano caracterizado por desplazamientos frecuentes y prolongados, particularmente para la población económicamente activa. Esta información constituye una línea base socioeconómica relevante para comprender las dinámicas de movilidad regional y la relación entre vivienda, empleo y servicios educativos, sin que en esta etapa del estudio se realice una valoración de los efectos asociados al desarrollo del proyecto.

La visualización muestra la distribución de población según tiempos de traslado hasta su trabajo en 2020 comparado con los tiempos de traslado a nivel nacional.

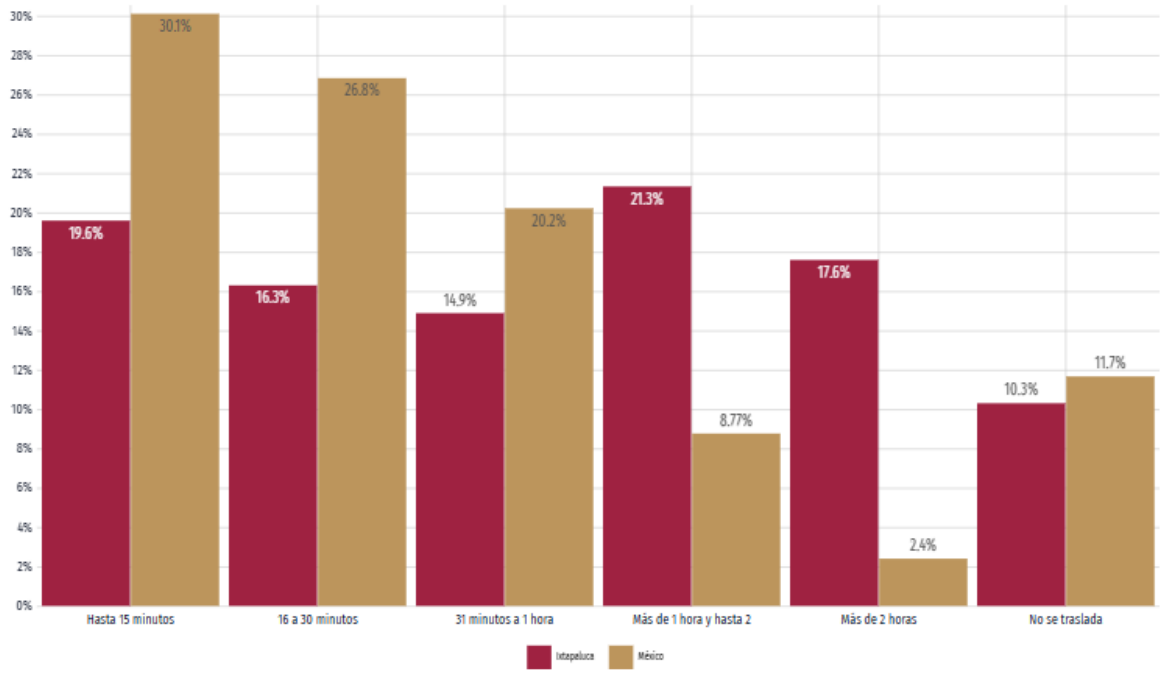


Figura 131. Distribución de la población según tiempo de traslado al trabajo (2020)

* Los datos visualizados fueron obtenidos del cuestionario ampliado cuyos datos tienen un intervalo de confianza del 90% y un error del 0.2.
Fuente Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado).

3.2.3.7 Medio de transporte al trabajo y al colegio

El medio de transporte utilizado por la población para desplazarse diariamente hacia el trabajo y los centros educativos constituye un elemento fundamental para la caracterización de la Región Ecológica, ya que permite identificar los patrones de movilidad, la dependencia del transporte público y las condiciones de accesibilidad urbana en el municipio de Ixtapaluca.

De acuerdo con la información correspondiente al año 2020, la Figura siguiente muestra la distribución de los medios de transporte empleados por la población, considerando los tiempos de desplazamiento hacia el trabajo y el lugar de estudios. En el caso de los traslados laborales, se observa que el 40.3 % de la población

utilizó la caminata como principal medio de transporte, lo cual sugiere la presencia de actividades laborales relativamente cercanas al lugar de residencia para una parte importante de la población, así como desplazamientos de corta distancia dentro del ámbito urbano.

En cuanto a los traslados hacia los centros educativos, el uso del transporte público colectivo, que incluye camión, taxi, combi o colectivo, representó el medio de transporte predominante, siendo utilizado por aproximadamente el 65 % de la población. Este patrón refleja una alta dependencia del transporte público para fines educativos, así como la necesidad de conectividad entre zonas habitacionales y áreas con infraestructura educativa, tanto dentro del municipio como en localidades cercanas.

La combinación de modos de desplazamiento identificados evidencia un contexto urbano caracterizado por la coexistencia de trayectos peatonales y una fuerte utilización del transporte público, lo cual resulta coherente con los tiempos de traslado registrados y con la dinámica metropolitana en la que se inserta el municipio de Ixtapaluca. Esta información forma parte de la línea base socioeconómica de la Región Ecológica y permite comprender las condiciones actuales de movilidad de la población, sin que en esta etapa se realice una valoración de los efectos derivados del proyecto.

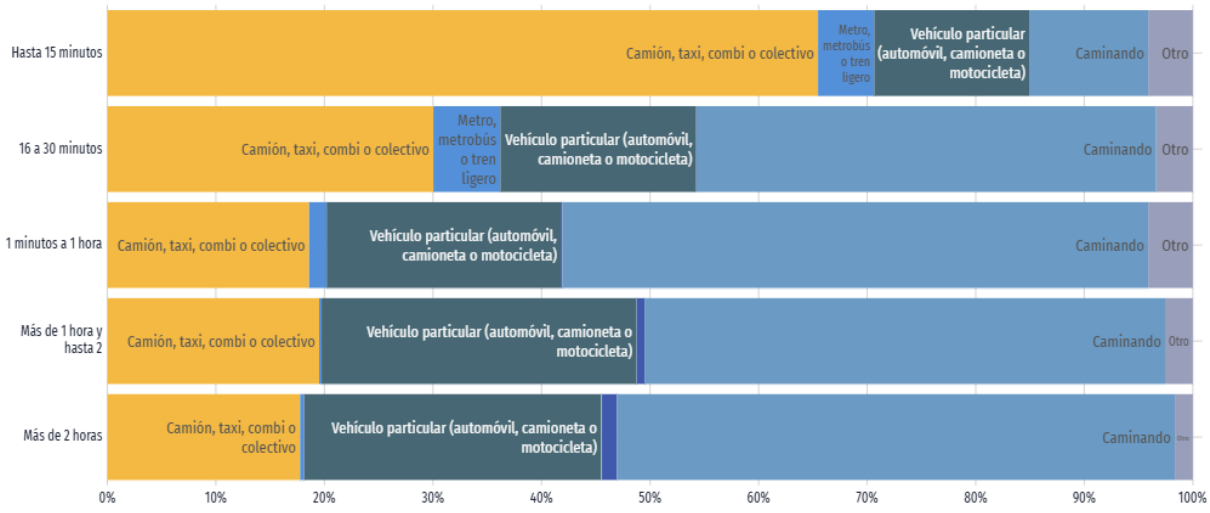


Figura 132. Tiempo de traslado al trabajo según medio de transporte (2020)

* Los datos visualizados fueron obtenidos del cuestionario ampliado cuyos datos tienen un intervalo de confianza del 90% y un error del 0.2.
Fuente Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado).

3.2.3.8 Población Económicamente Activa (PEA)

La dinámica del mercado laboral constituye un componente relevante de la Región Ecológica, ya que permite caracterizar las condiciones económicas de la población y su relación con los patrones de movilidad, empleo y acceso a oportunidades dentro del contexto urbano-metropolitano del Estado de México.

De acuerdo con la información correspondiente al primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en el Estado de México fue de 57.5 %, lo que representó una disminución de 1.33 puntos porcentuales en comparación con el trimestre inmediato anterior, en el cual se registró una tasa de 58.9 %. Este indicador refleja la proporción de la población en edad de trabajar que se encuentra activa en el mercado laboral, ya sea ocupada o en búsqueda de empleo.

Por su parte, como se muestra en la Figura correspondiente, la tasa de desocupación se ubicó en 2.74 %, equivalente a aproximadamente 225 mil personas, lo que implicó una disminución de 0.16 puntos porcentuales respecto al trimestre previo, cuando el valor fue de 2.9 %. Esta reducción sugiere una ligera mejora en las condiciones de empleo a nivel estatal durante el periodo analizado.

En conjunto, estos indicadores permiten caracterizar el contexto socioeconómico regional, evidenciando una población con alta participación en actividades productivas y una tasa de desocupación relativamente baja en comparación con otros contextos urbanos. Esta información forma parte de la línea base de la Región Ecológica, y resulta útil para comprender la relación entre empleo, distribución territorial de las actividades económicas y las dinámicas de movilidad cotidiana, sin que en esta etapa del estudio se realice una interpretación de los efectos asociados al proyecto.

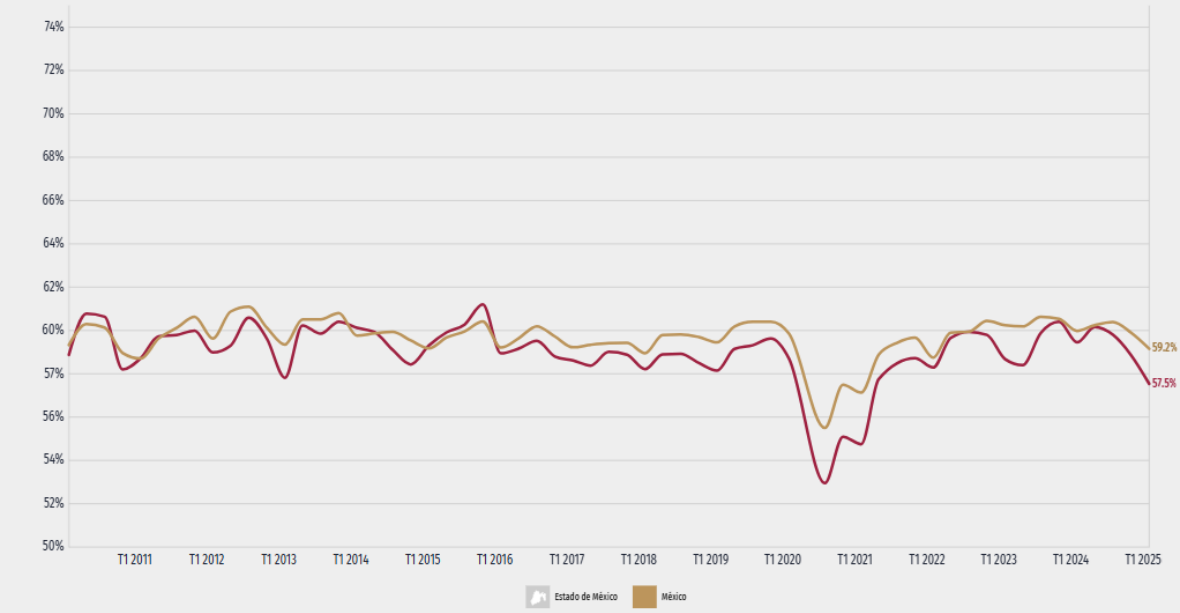


Figura 133. Evolución de la población económicamente activa en Estado de México

* Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Estado de México, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.
Fuente Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

3.2.3.9 Salarios y población ocupada

La población ocupada en Estado de México en el primer trimestre de 2025 fue 8.01M personas, siendo inferior en 1.68% al trimestre anterior (8.14M ocupados).

El salario promedio mensual en el primer trimestre de 2025 fue de $3.46k MX siendo superior en $120 MX respecto al trimestre anterior ($3.34k MX).

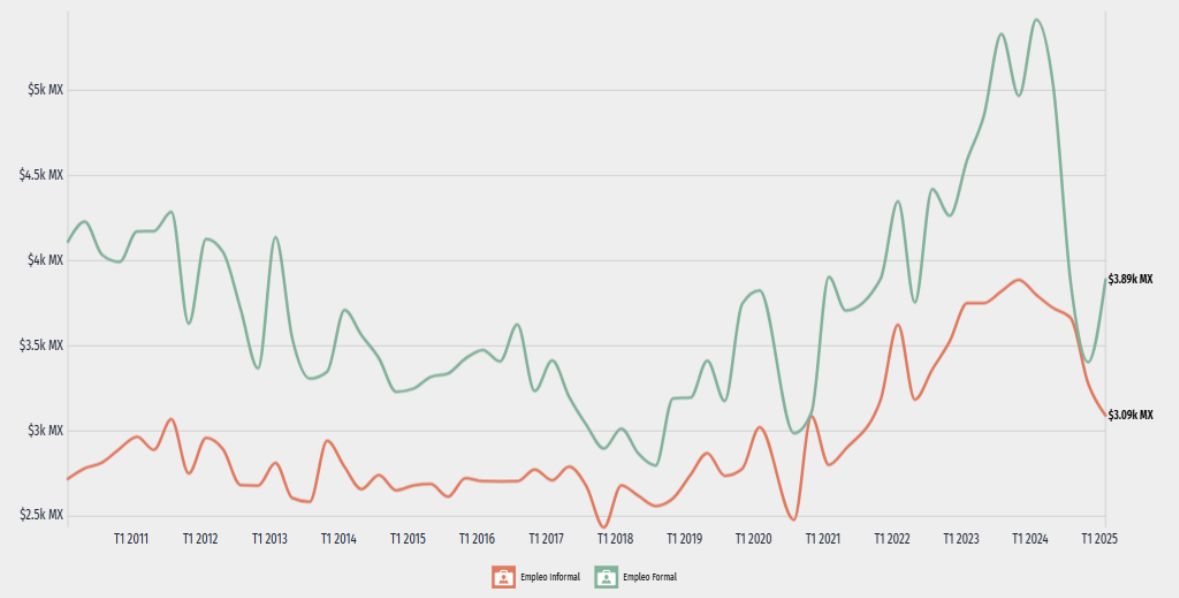


Figura 134. Evolución salario promedio mensual en Estado de México (diferenciando trabajadores formales e informales)

* Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Estado de México, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.
Fuente Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

3.2.3.10 Población ocupada y salarios según ocupación

La dinámica del mercado laboral constituye un componente relevante de la Región Ecológica, ya que permite caracterizar las condiciones económicas de la población y su relación con los patrones de movilidad, empleo y acceso a oportunidades dentro del contexto urbano-metropolitano del Estado de México.

De acuerdo con la información correspondiente al primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en el Estado de México fue de 57.5 %, lo que representó una disminución de 1.33 puntos porcentuales en comparación con el trimestre inmediato anterior, en el cual se registró una tasa de 58.9 %. Este indicador refleja la proporción de la población en edad de trabajar que se encuentra activa en el mercado laboral, ya sea ocupada o en búsqueda de empleo.

Por su parte, como se muestra en la Figura correspondiente, la tasa de desocupación se ubicó en 2.74 %, equivalente a aproximadamente 225 mil personas, lo que implicó una disminución de 0.16 puntos porcentuales respecto al trimestre previo, cuando el valor fue de 2.9 %. Esta reducción sugiere una ligera mejora en las condiciones de empleo a nivel estatal durante el periodo analizado.

En conjunto, estos indicadores permiten caracterizar el contexto socioeconómico regional, evidenciando una población con alta participación en actividades productivas y una tasa de desocupación relativamente baja en comparación con otros contextos urbanos. Esta información forma parte de la línea base de la Región Ecológica, y resulta útil para comprender la relación entre empleo, distribución territorial de las actividades económicas y las dinámicas de movilidad cotidiana, sin que en esta etapa del estudio se realice una interpretación de los efectos asociados al proyecto.

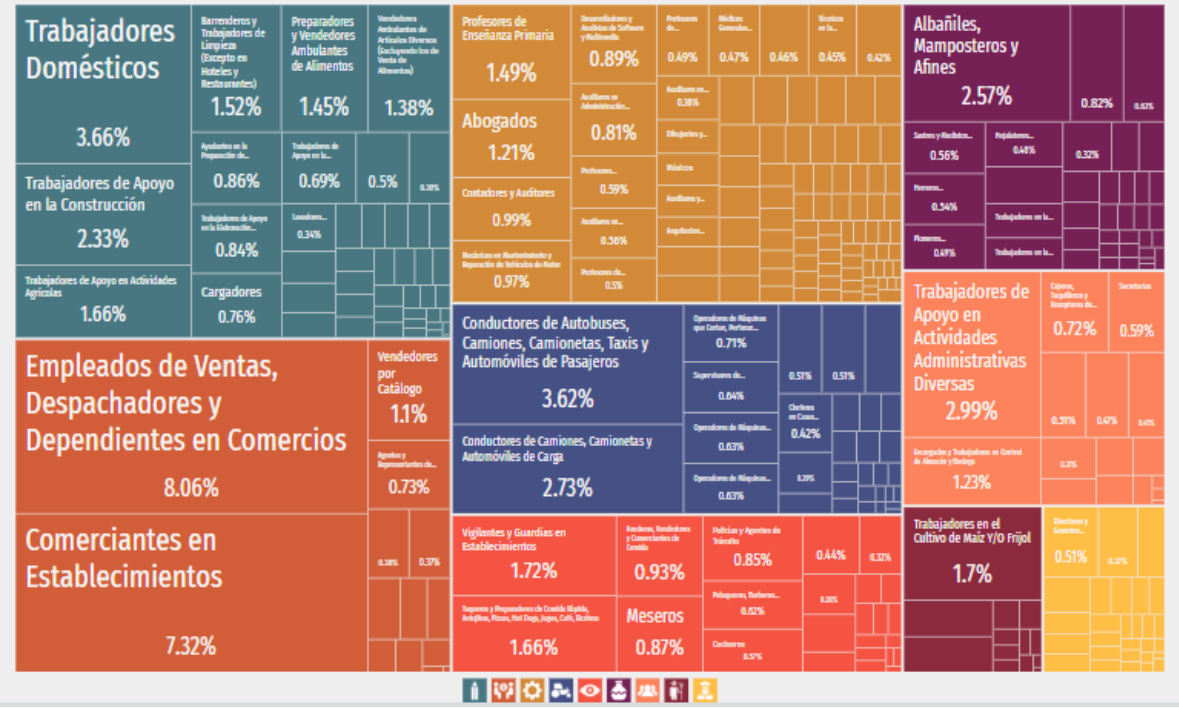


Figura 135. Distribución fuerza laboral Total por ocupaciones en Estado de México (primer trimestre de 2025)

* Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Estado de México, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.
Fuente Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

3.2.3.11 Niveles de escolaridad

El nivel de escolaridad de la población constituye un elemento relevante para la caracterización de la Región Ecológica, ya que permite identificar las condiciones educativas de la población y su relación con las dinámicas sociales, laborales y de movilidad en el municipio de Ixtapaluca.

De acuerdo con la información correspondiente al Censo de Población y Vivienda 2020, la Figura siguiente muestra la distribución porcentual de la población de 15 años y más en el municipio, según el grado académico aprobado. Los datos indican que los niveles de escolaridad con mayor prevalencia fueron Secundaria, con aproximadamente 130 mil personas, lo que representa el 32.7 % del total; Preparatoria o Bachillerato General, con alrededor de 114 mil personas (28.7 %); y Primaria, con 68.1 mil personas, equivalentes al 17.1 % de la población considerada.

Esta distribución refleja una población con predominio de escolaridad media básica y media superior, característica de un municipio con perfil urbano y con una importante proporción de población en edad productiva. La información también permite observar diferencias en la distribución de los grados académicos por sexo, las cuales pueden consultarse mediante la opción de visualización correspondiente en la gráfica presentada.

El análisis de los niveles de escolaridad forma parte de la línea base socioeconómica de la Región Ecológica y contribuye a contextualizar las condiciones educativas de la población del municipio, sin que en esta etapa del estudio se realice una valoración de los posibles efectos asociados al desarrollo del proyecto.

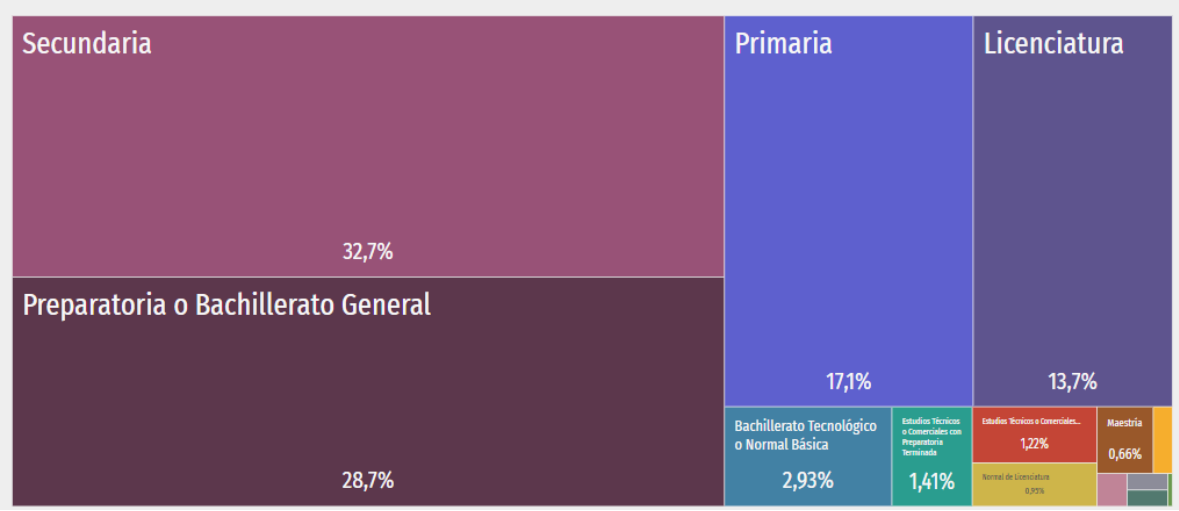


Figura 136. Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más en Ixtapaluca (Distribución de la población total)

* Se omiten de la gráfica todas las personas que no especificaron su nivel de estudios.
* Los datos visualizados fueron obtenidos del cuestionario ampliado cuyos datos tienen un intervalo de confianza del 90% y un error del 0.2.
Fuente Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado).

3.2.3.12 Tasa de analfabetismo

La tasa de analfabetismo de Ixtapaluca en 2020 fue dos %. Del total de población analfabeta, 37.8% correspondió a hombres y 62.2% a mujeres.

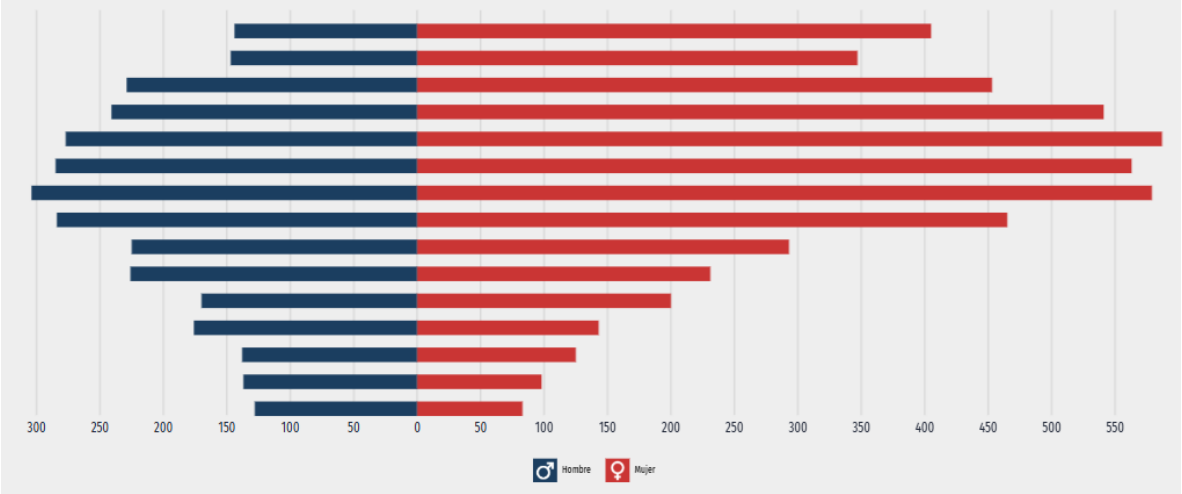


Figura 137. Distribución de la población analfabeta de Ixtapaluca, 2020

* Se considera población analfabeta a la población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir.
Fuente Censo de Población y Vivienda 2020 - Cuestionario Básico.

3.2.3.13 Matrículas en educación superior

Las áreas con mayor número de hombres matriculados en licenciaturas fueron Ciencias sociales y derecho (1,051), Administración y negocios (732) e Ingeniería, manufactura y construcción (690). De manera similar, las áreas de estudio que concentraron más mujeres matriculadas en licenciaturas fueron Ciencias sociales y derecho (1,385), Ciencias de la salud (1,023) y Educación (962).

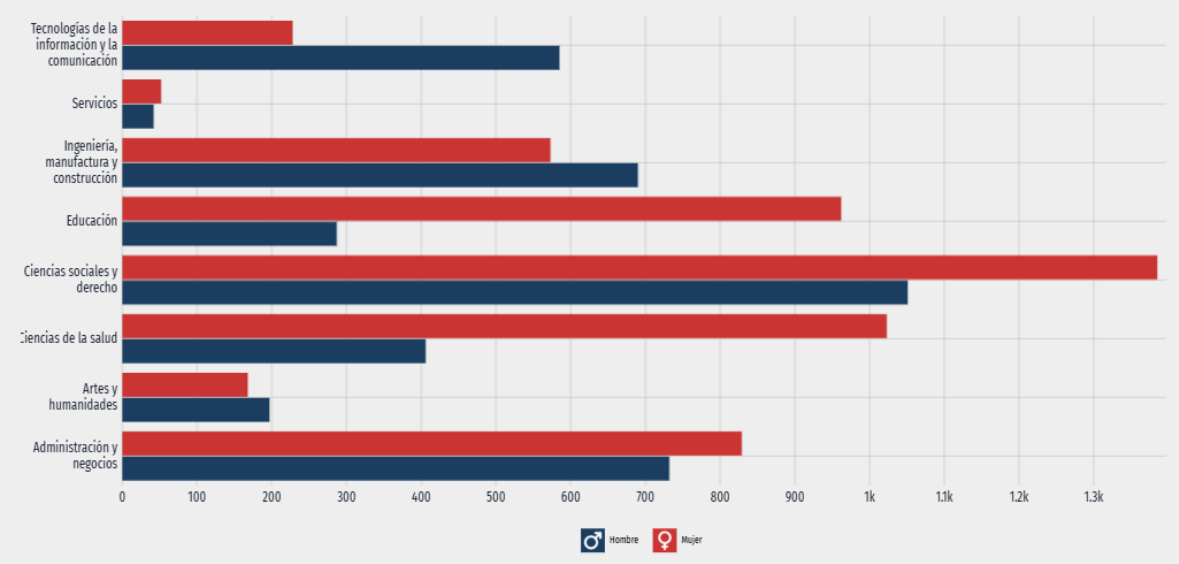


Figura 138. Matriculados en Licenciatura (2021)

Fuente: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).

3.2.3.14 Matrículas de educación superior según campo de formación

En 2021, los campos de formación más demandados en Ixtapaluca fueron Derecho (1.33k), Nutrición (722) y Enfermería general y obstetricia (592).

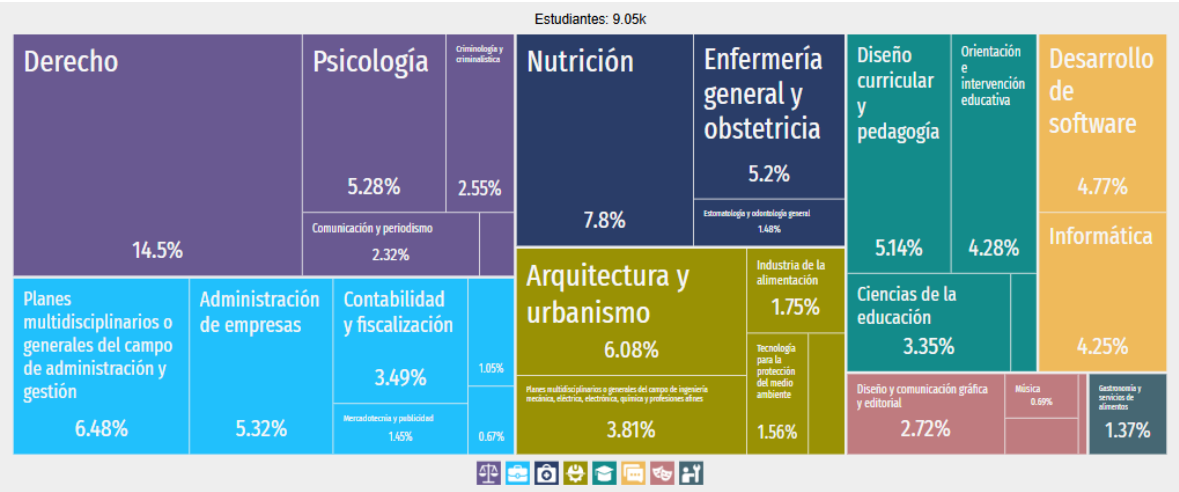


Figura 139. Matrículas según campo de formación en Ixtapaluca (Totales 2022)

Fuente: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).

3.2.3.15 Graduados de Educación Media Superior por Estado

Los estados con mayor número de egresados en el periodo escolar 2020-2021 fueron Estado de México (8.08%, 32,803 egresados), Ciudad de México (6.75%, 27,386 egresados), Guanajuato (6.43%, 26,094 egresados), Veracruz de Ignacio de la Llave (5.75%, 23,345 egresados) y Tamaulipas (5.26%, 21,329 egresados).

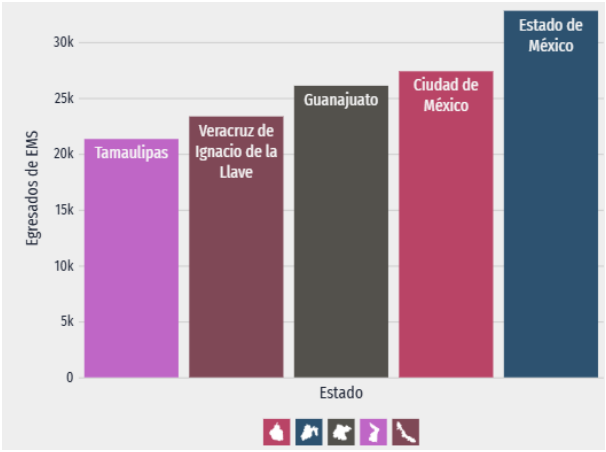


Figura 140. Estados con mayor número de egresados en educación media superior

*Los valores presentados fueron entregados por la SEP y corresponden a valores del periodo 2021-2022.
Fuente Secretaría de Educación Pública (SEP).

3.2.3.16 Estudiantes Graduados de Educación Media Superior por Carrera y Sector

Las carreras de educación media superior en México con mayor número de egresados fueron Programación (9.94%, 40,342 egresados), Soporte Y Mantenimiento De Equipo De Cómputo (6.8%, 27,588 egresados) y Contabilidad (6.2%, 25,161 egresados).

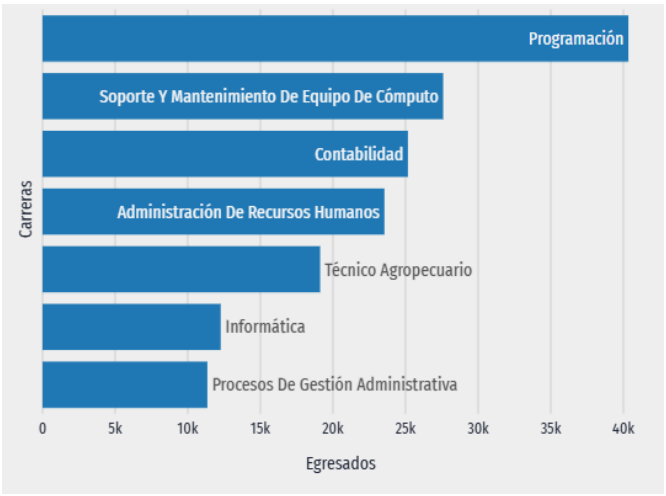


Figura 141. Carreras con mayor número de egresados

Fuente Secretaría de Educación Pública (SEP)



Figura 142. Graduados de Educación Media Superior por sector

*Los valores presentados fueron entregados por la SEP y corresponden a valores del periodo 2021-2022.
Fuente Secretaría de Educación Pública (SEP)

3.2.3.17 Instituciones de salud y tipo

La Figura (matriz) se colorea según el número de unidades de salud por tipo e institución. Los datos están actualizados a marzo de 2022.

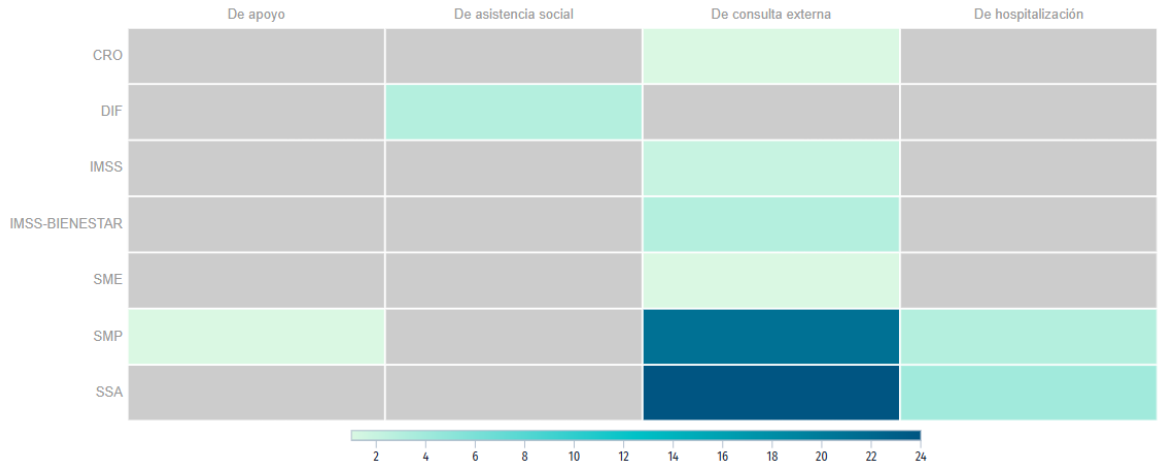
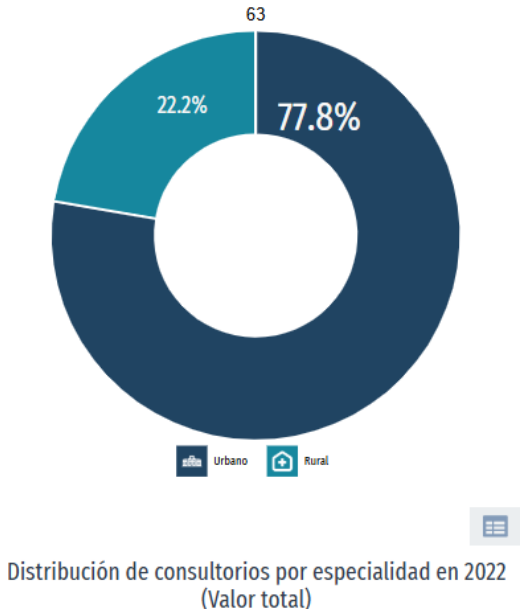


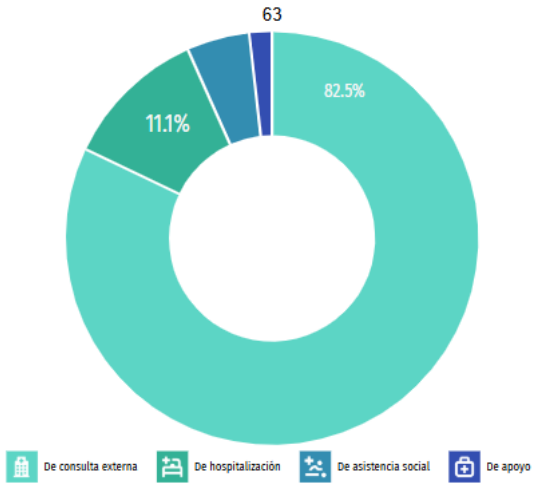
Figura 143. Instituciones de salud (Unidades)

Fuente: Secretaría de Salud y CONAPO.

Las gráficas muestran la distribución de unidades de salud por estrato rural o urbano y por tipo de establecimiento hasta enero de 2023.



Distribución de consultorios por especialidad en 2022
(Valor total)



Consultorios por tipo de unidades

Figura 144. Distribución por estrato urbano-rural y Distribución por tipo de institución

Recursos de salud por subcategoría

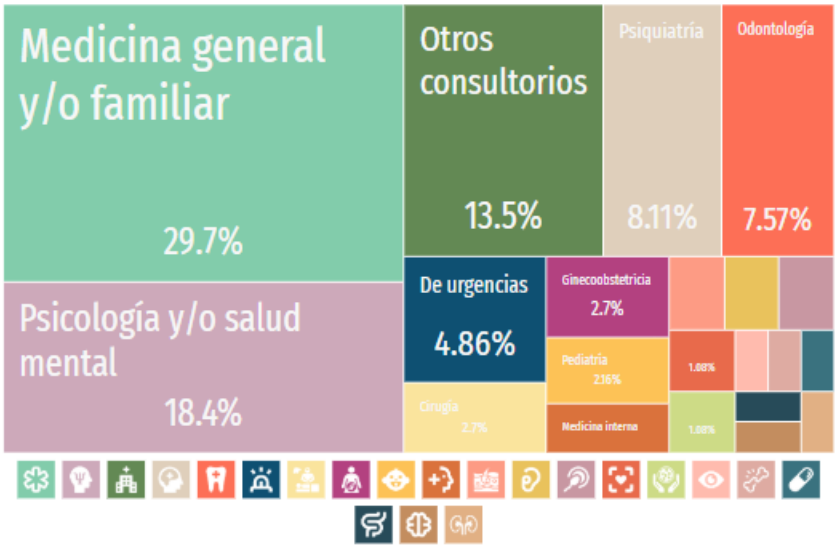


Figura 145. Distribución de consultorios por especialidad en 2022 (Valor total)

Dificultades para realizar actividades cotidianas

En 2020, las principales discapacidades presentes en la población de Ixtapaluca fueron discapacidad visual (12.6k personas), discapacidad física (9.87k personas) y discapacidad auditiva (4.89k personas).

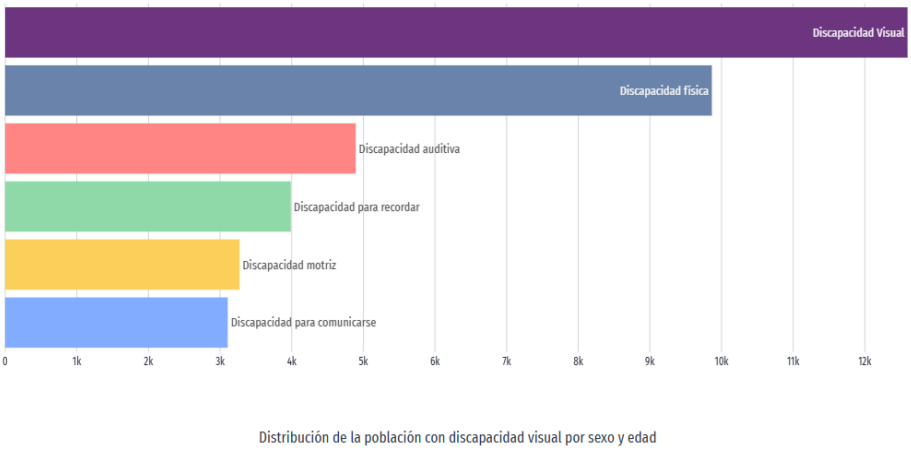


Figura 146. Discapacidades por tipo de actividad cotidiana en la población de Ixtapaluca

* Una persona puede tener más de una discapacidad y aparecer contabilizada en más de una categoría.
Fuente Censo de Población y Vivienda 2020 - Cuestionario Básico.

3.2.3.18 Desigualdad en la distribución del ingreso

En la siguiente Figura se muestra el ingreso corriente total promedio trimestral por hogar en deciles de hogares en Estado de México comparando los años 2016, 2018, 2020 y 2022.

En Estado de México, el 10% de los hogares de menores ingresos (primer decil) tuvieron un ingreso promedio trimestral de $12k MX en 2022, mientras que el 10% de los hogares de mayores ingresos (décimo decil) tuvieron un ingreso promedio trimestral de $187k MX en el mismo periodo.

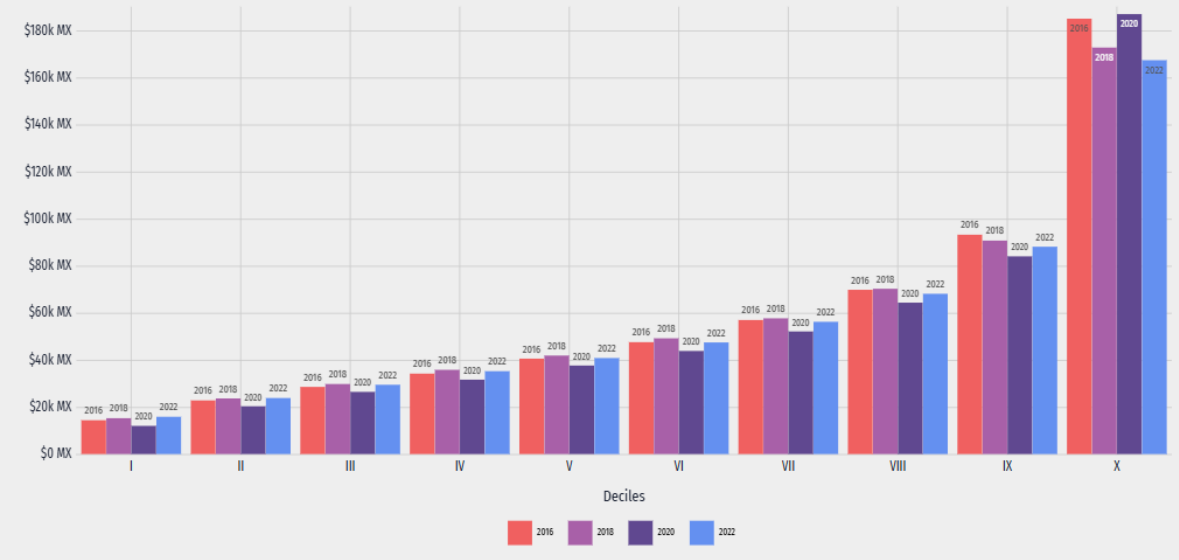


Figura 147. Desigualdad en la distribución del ingreso

3.2.3.19 Diversidad de la persona de referencia o jefe(a) de la vivienda

Según datos Censo Poblacional 2020, se registraron 147k viviendas. De éstas, 33.3% son viviendas donde la persona de referencia es mujer y 66.7% corresponde a viviendas donde la persona de referencia es hombre.

Respecto a los rangos de edad de las personas de referencia, 14.3% de las viviendas concentró a jefes de hogar entre 45 a 49 años.

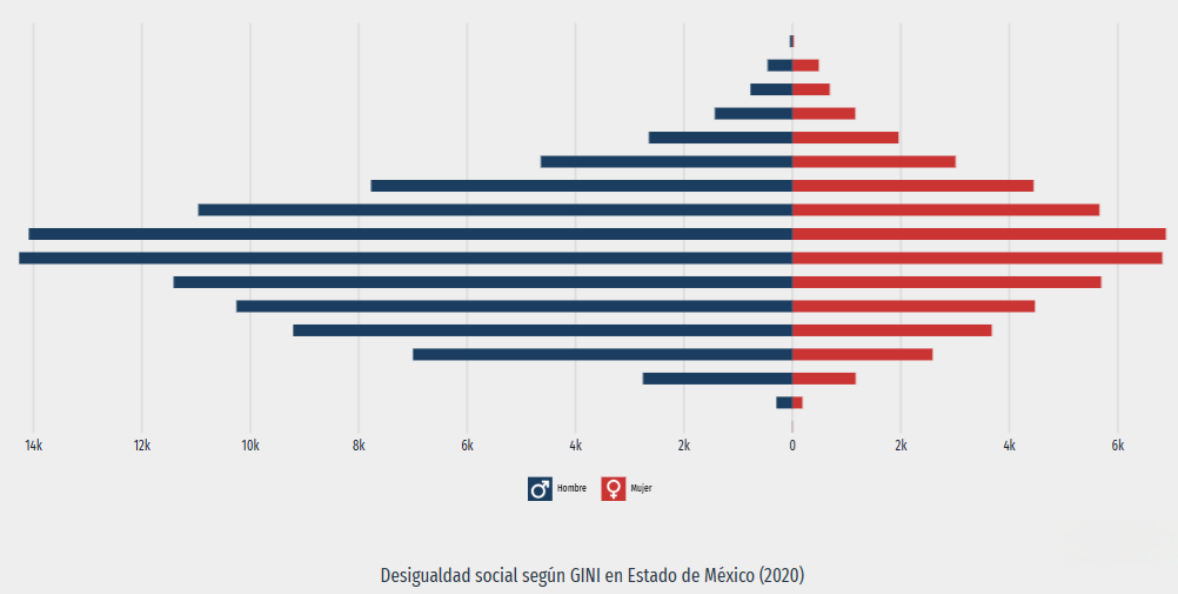


Figura 148. Distribución de viviendas por sexo y persona de referencia en 2020

Fuente Censo de Población y Vivienda 2020 - Cuestionario Básico.

3.2.3.20 Desigualdad con base en el índice de GINI en Ixtapaluca

El coeficiente o índice de Gini, es una medida estadística diseñada para representar la distribución de los ingresos de los habitantes, en concreto, la inequidad entre estos. Índices más cercanos a 0, representan más equidad entre sus habitantes, mientras que valores cercanos a 1, expresan máxima inequidad entre su población.

En 2020, en Estado de México, los municipios con menor desigualdad social, de acuerdo al índice de GINI, fueron: Huehuetoca (0.315), Villa Guerrero (0.321), Chapa de Mota (0.324), Soyaniquilpan de Juárez (0.325) y Nopaltepec (0.327). Por otro lado, los municipios con mayor igualdad social por esta métrica, fueron: Tejupilco (0.412), Papalotla (0.407), San Felipe del Progreso (0.407), Huixquilucan (0.406) y Sultepec (0.406).

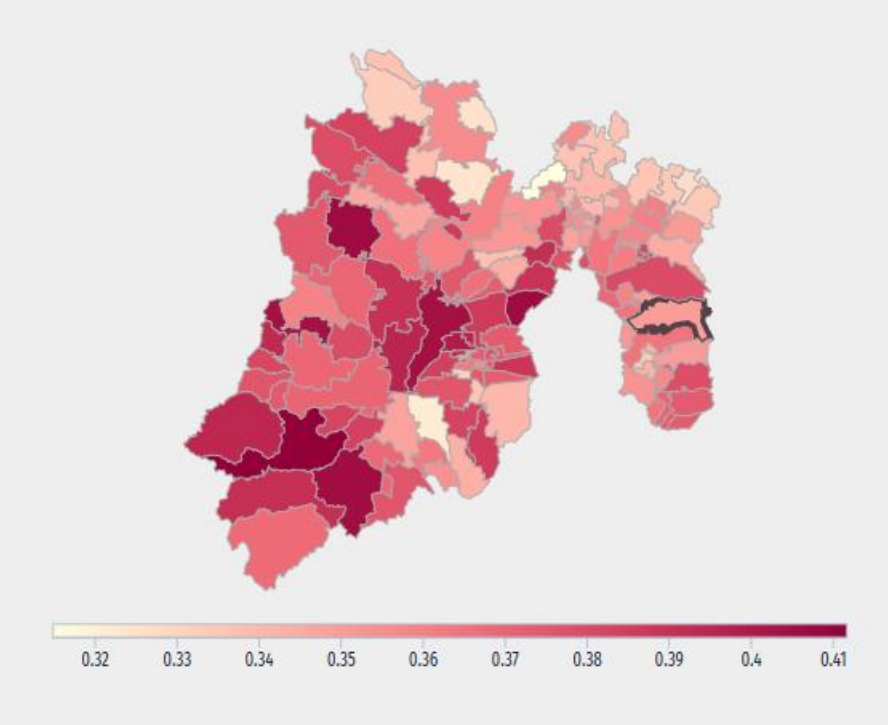


Figura 149. Desigualdad social según GINI en Estado de México (2020)

Fuente Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), y Censo Población y Vivienda (Principales resultados por localidad).
* Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Estado de México, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.
* Valores a precios de valor presente de 2020.
Fuente Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH).

3.2.3.21 Indicadores de pobreza y carencias sociales

La visualización compara diversos indicadores de pobreza y carencias sociales.

En 2020, 46% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 8.18% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 18.1%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 12.2%.

Las principales carencias sociales de Ixtapaluca en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación.

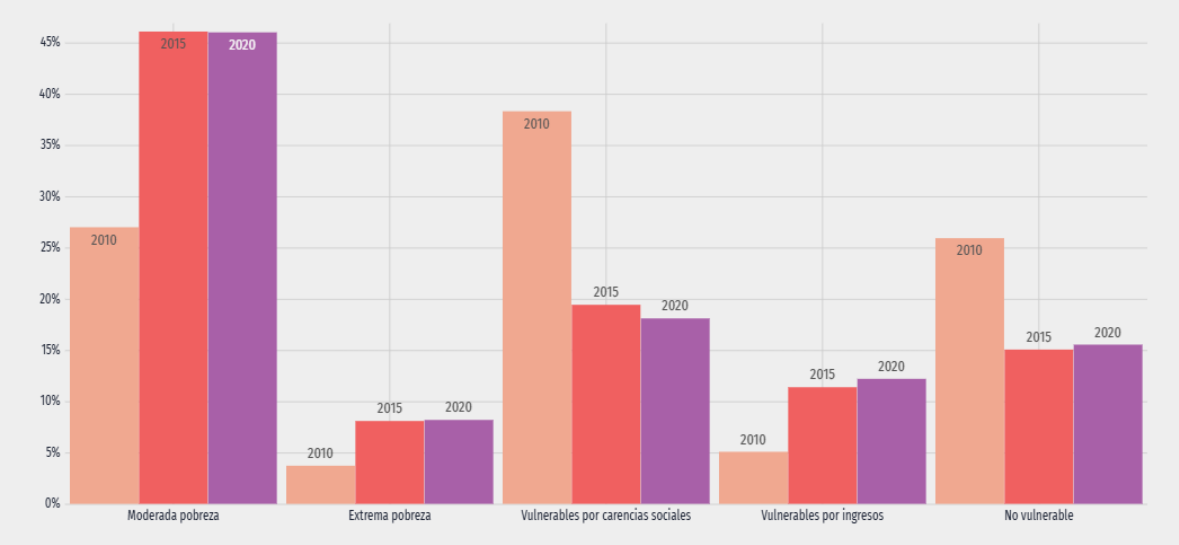


Figura 150. Distribución de personas según condición de pobreza

Fuente Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

3.2.3.22 Percepción de seguridad

En 2024, 15.5% de los hombres mayores de 18 años de Estado de México percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 9.8% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

A nivel sociodemográfico, tanto hombres como mujeres pertenecientes al nivel sociodemográfico medio bajo percibieron mayor seguridad, 17% en el caso de hombres y 10.5% en el caso de mujeres.

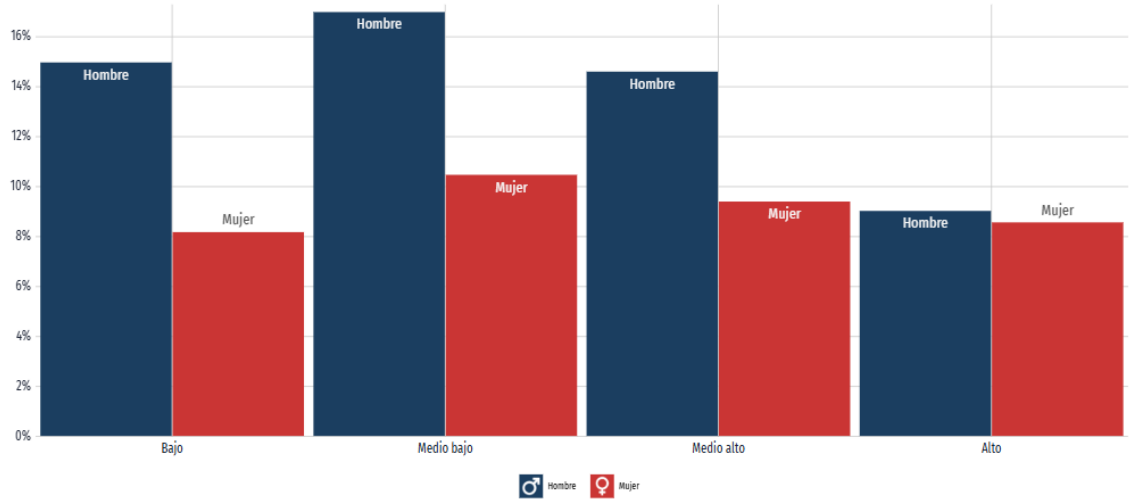


Figura 151. Percepción de seguridad según estrato sociodemográfico y sexo en Estado de México (2024)

* Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Estado de México, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.
Fuente Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

3.2.3.23 Confianza en autoridades

En 2024, 6.25% de la población de Estado de México aseguró tener mucha confianza en la policía estatal, mientras que un 20% indicó tener mucha desconfianza.

Del mismo modo, un 8.8% de la población aseguró tener mucha confianza en el Ministerio Público y Procuradurías, un 11.5% en los Jueces y un 29.1% en la Policía Federal, mientras que un 24.3%, un 19.7% y un 6.67% aseguró tener mucha desconfianza en ellos, respectivamente.

En la gráfica puede analizar el nivel de confianza en otras autoridades y revisar los datos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior.

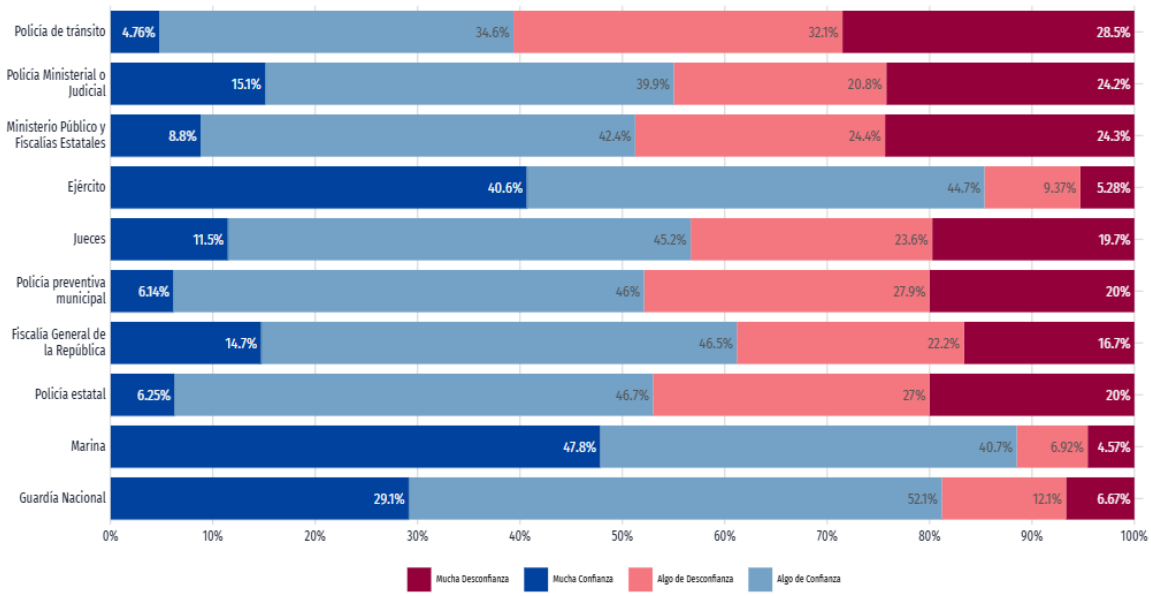


Figura 152. Confianza en autoridades - Total (2024)

* Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Estado de México, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.
* Porcentajes excluyen la opción "No sabe / no responde".
Fuente Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

3.2.3.24 Denuncias según bien afectado

Las denuncias con mayor ocurrencia durante octubre 2025 fueron Otros Delitos del Fuero Común (391), Robo (148) y Lesiones (108), las cuales abarcaron un 63.1% del total de denuncias del mes.

Al comparar el número de denuncias en octubre 2024 y octubre 2025, aquellas con mayor crecimiento fueron Otros Delitos contra la Sociedad (1.8k%), Delitos Cometidos por Servidores Públicos (140%) y Despojo (113%).

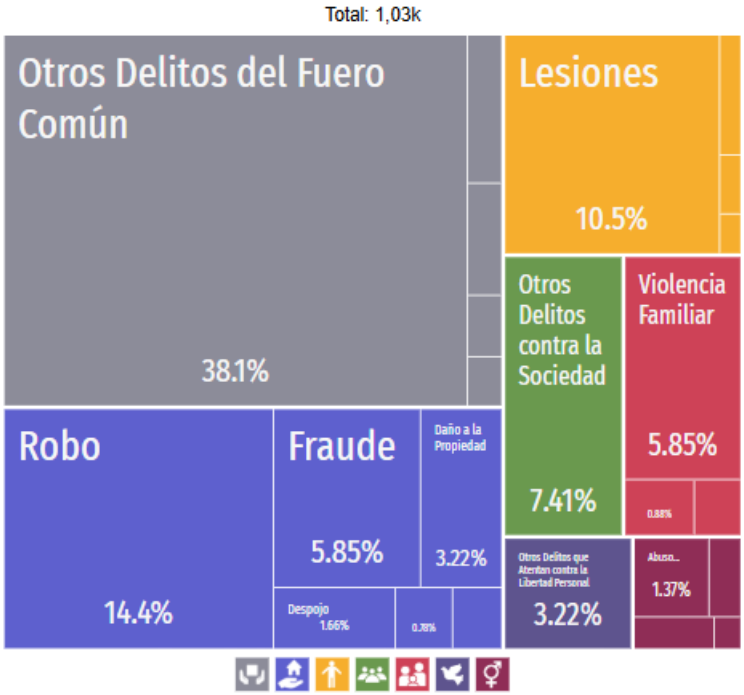


Figura 153. Denuncias en Ixtapaluca (Oct-2025)

Fuente Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP).

3.2.3.25 Mipymes por sectores

Una de sus fortalezas es la diversificación y diferenciación de sus productos, que al comercializarlos les permiten sostener familias y comunidades. Los sectores más significativos de actividad económica en los que se desarrollan las Mipymes mexicanas son:

1. Comercio al por menor
2. Servicio
3. Manufacturas

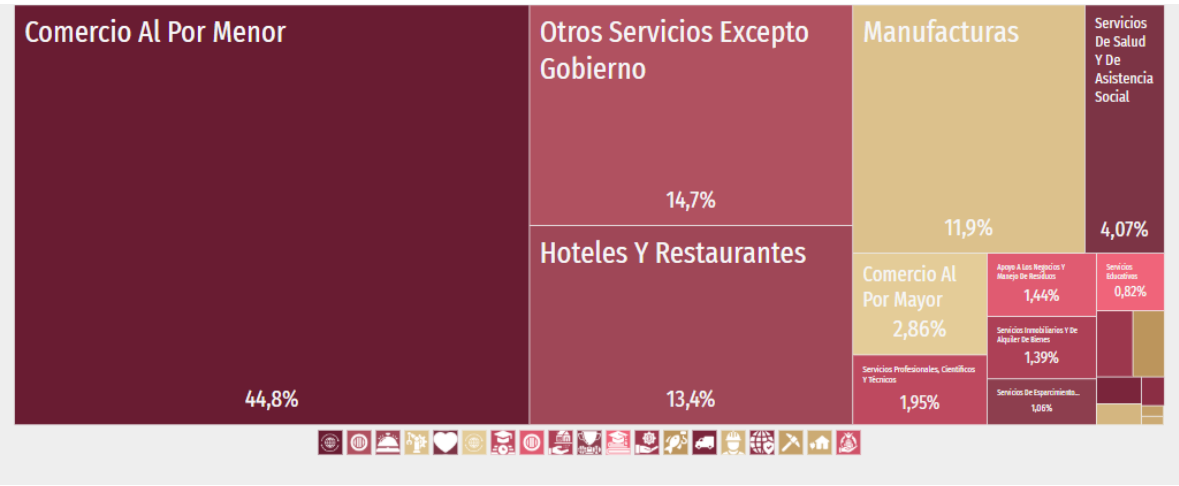


Figura 154. Mipymes por sectores: US$4.56M

Fuente Censo Económico 2019, INEGI.

3.2.4 Descripción del medio Sociocultural

Ixtapaluca es un municipio del que se conocen primeros asentamientos entre los años 1100 a.C y 100 d.C. cuando Xólotl reinaba en Tenayuca Techotlala, durante 1570, época de la Evangelización una parte importante de Ixtapaluca conocida como Coatepec era administrada por Franciscanos para pasar a manos de dominicos, este último en la actualidad representa un importante sitio prehispánico.

En 1820, Ixtapaluca se convierte en Municipio pasando por una serie de sucesos históricos que forjaron la cultura que hoy tiene el municipio. Para el año de 1930 se inicia la industrialización en el territorio para en 1969 experimentar su primer movimiento obrero que tuvo trascendencia nacional.

Estos sucesos históricos influyen directamente en la cultura y costumbres que hoy se mantienen vivas en el municipio, desde festividades religiosas, carnavales y las importantes zonas arqueológicas y naturales de la zona, lo que refleja identidad y cultura en la comunidad, manteniendo influencias prehispánicas, tradiciones y riqueza cultural que se preservan y mantienen a lo largo del tiempo.

3.2.5 División política

Para el cumplimiento de sus funciones políticas y administrativas, el Ayuntamiento de Ixtapaluca, tiene dividido su territorio municipal en, delegaciones, subdelegaciones y colonias las cuales funcionan como estructuras auxiliares en el gobierno municipal.

Las delegaciones principales son: Tlapizahuac, Tlapacoya, Coatepec, San Francisco, Ayotla, Ixtapaluca cabecera, y DR. Jiménez Cantú.

En segundo nivel se encuentran las subdelegaciones, estas dependen de las delegaciones, entre las principales se encuentran Rey Izcoatl, Citlamina, Melchor Ocampo, Loma bonita, Valle verde, entre otras.

Finalmente, en esta división política se encuentran las colonias, fraccionamientos y unidades habitacionales como, Geo Villas de Santa Bárbara, Los héroes, San Buenaventura, Ayotla centro, entre otras; estas colonias representan el sector más cercano a la población y su expansión refleja el rápido crecimiento urbano del municipio, lo anterior se puede ver en la siguiente Figura:

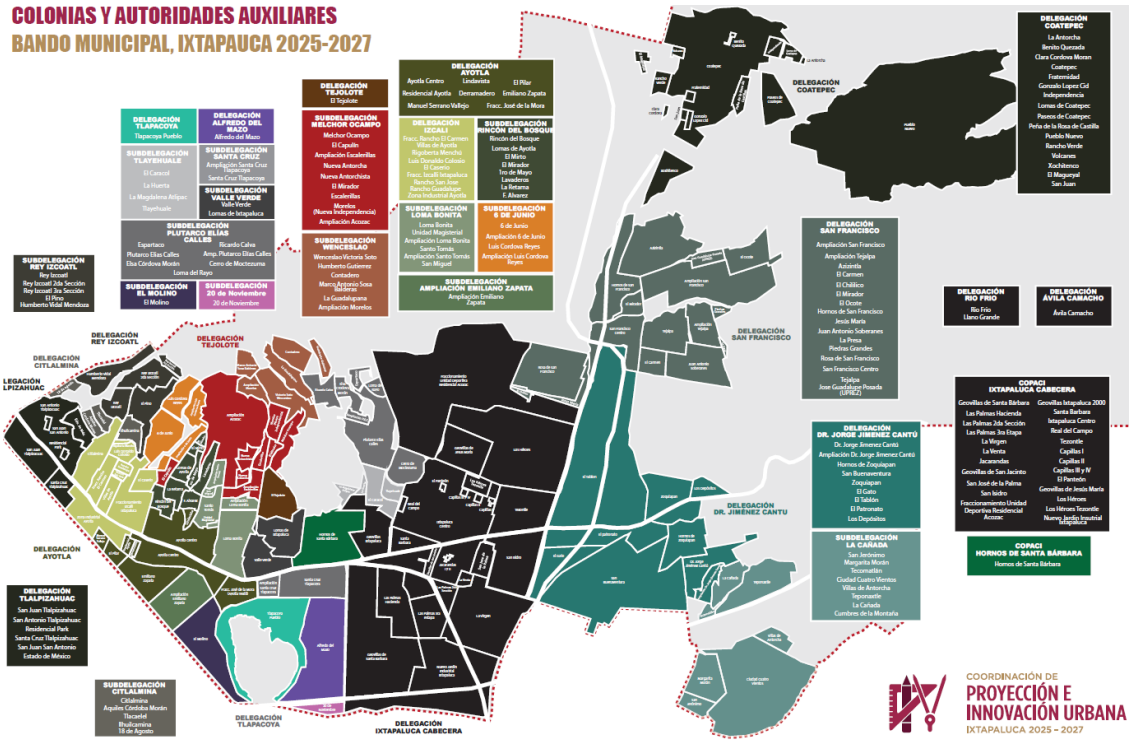
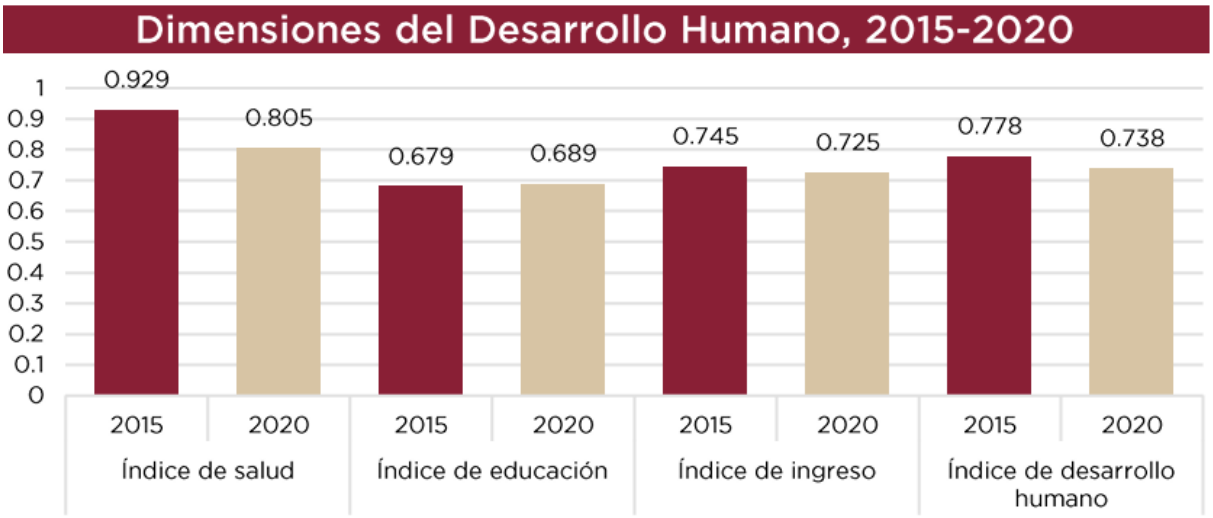


Figura 155. División política de Ixtapaluca

3.2.6 Indice de desarrollo humano

El Índice de Desarrollo Humano es un indicador compuesto que integra las dimensiones de salud, educación e ingreso, y tiene como finalidad evaluar el nivel de bienestar social y las condiciones de vida de la población. En ese sentido, en la siguiente Figura se observa que el estado de México presenta un Índice de Desarrollo Humano (IDH) clasificado como alto, con un valor de 0.738 en el 2020. Este resultado refleja un nivel de desarrollo sostenido, asociado a condiciones favorables en los componentes de educación, salud e ingreso.

En el contexto estatal, el municipio ocupa la posición 57 de un total de 125 municipios evaluados.



Fuente: *Consejo de Investigación y Evaluación de la Política Social (CIEPS)*

Figura 156. Índice de Desarrollo Humano en el estado de México durante el período 2015-2020

Tabla 68. Indicadores estratégicos del Estado de México, 2026

Sector	Indicador	Periodo	Dato
Economía	Tasa de Desempleo Estatal (tendencia-ciclo)	Octubre/Diciembre, 2025	2.69%
Desarrollo Social	Nacimientos (estatal)	2026	237,385
	Defunciones (estatal)	2026	108,846
	Esperanza de vida al nacimiento (estatal, años)	2026	75.51

Sector	Indicador	Periodo	Dato
	Población analfabeta de 15 años y más (estatal)	2026	2.90%
	Población de 15 años y más con primaria completa (estatal)	2026	15.4
	POBREZA MULTIDIMENSIONAL (2024)	**Nacional**	**Estatal**
	Población en situación de pobreza	29.6	31.20%
	Población vulnerable por carencias sociales	32.20%	31.20%
	Rezago educativo	18.60%	14.40%
	Carencia por acceso a los servicios de salud	34.20%	40.20%
	Carencia por acceso a la alimentación nutritiva y de calidad	14.40%	14.60%

Fuente: *Elaboración propia con datos de INEGI, Medición Multidimensional de la Pobreza 2024. CONAPO, Proyecciones de la población de México y de las Entidades Federativas 2020-2070. INEGI, Banco de Información Económica 2026. INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI, ENOE IV Trimestre de 2025.*

A pesar de presentar un índice de desarrollo alto, el municipio enfrenta retos relacionados con la movilidad urbana, así como a un acceso eficiente a transporte público, lo que hace relevante un proyecto de infraestructura como el Trolebús Ixtapaluca.

3.2.7 Paisaje

El concepto de paisaje se ha utilizado a lo largo de la historia con diversos significados. Existiendo actualmente varias maneras de concebirlo y de analizarlo.

El paisaje es a menudo percibido como una vista amplia de escenarios o de formas naturales. Para los ecólogos, el paisaje son grandes áreas compuestas de patrones interconectados o repetidos de hábitat o ecosistemas; desde este punto de vista, para que en un área en particular se considere un paisaje, este debe contener una variedad de componentes los cuales interactúan en un tiempo y un espacio determinado cumpliendo una función ecológica.

El concepto “ecología de paisaje” incluye de manera inseparable dos aspectos: el tratamiento analítico de procesos que rigen en la naturaleza y el de la visión sintética de los mismos. El concepto a su vez está integrado por la inclusión de las interacciones verticales y horizontales de los diversos componentes de un ecosistema. En otras palabras, la ecología del paisaje representa el marco espacial del “ecosistema”, enriquecido por la insoluble participación social de cada espacio geográfico (Velázquez y Bocco, 2003). Bajo esta concepción resulta obvio considerar que la ecología del paisaje, como marco conceptual, puede ayudar a entender y sobre todo ejecutar acciones propias de la “restauración” de los ecosistemas.

En sentido geomorfológico se denomina paisaje al aspecto general de una región, determinado por el conjunto de geoformas (relieve tallado o construido sobre un sustrato, resultado tanto de la erosión como de la acumulación de sedimentos sobre los relieves emergidos de las áreas continentales). La geoforma comprende todos los elementos vinculados con la morfología de la superficie terrestre (clima, relieve, litología, geomorfología, suelos y cubierta vegetal con su fauna asociada).

El paisaje está en permanente evolución como consecuencia de los procesos dinámicos naturales del medio biótico (evolución de la vegetación, colonización, sustitución, etc.) y del medio abiótico (procesos erosivos o sedimentarios, transformaciones de los cursos fluviales, procesos glaciares, etc.), así como también por procesos antrópicos: roturaciones, talas, transformación de usos de suelo, instalación de infraestructuras, aperturas de carreteras, etc.

Cada uno de los medios (biótico, abiótico y antrópico) tienen diferente peso específico en cada unidad de paisaje, estableciéndose entre ellos una serie de relaciones e interdependencias que dan unidad al conjunto y determinan su evolución. Las dinámicas evolutivas de los procesos indicados se desarrollan según escalas temporales muy diferentes. La dinámica de ciclo largo se puede asimilar a una sucesión ecológica (primaria o secundaria), mientras que las dinámicas de ciclo corto están das por perturbaciones localizadas, tales como:

- En el medio abiótico: desprendimientos de ladera, ciertas transformaciones en el medio fluvial, caídas de bloques, etc.
- En el medio biótico: muerte de individuos como consecuencia de desprendimientos, incendios o caída de otros individuos, cambio en poblaciones debido a plagas o enfermedades, etc.

Las dinámicas de ciclo largo en muchas ocasiones tienden a restaurar el equilibrio perdido como consecuencia de una dinámica de ciclo corto o de una intervención humana. Son, por lo tanto, procesos autoorganizativos que tienden a llevar el conjunto hacia estados más estables.

- En el medio abiótico: regularización de laderas, estabilización de causes fluviales, o costas, etc.
- En el medio biótico: colonización vegetal, sustituciones o cambios en las especies vegetales y animales como consecuencia de un cambio climático, etc.

Las intervenciones antrópicas suelen causar modificaciones de ciclo corto: una tabla, una roturación, cambios en el uso de suelo, incendios provocados, instalación de infraestructura de comunicación, etc. Estas modificaciones rápidas desatan procesos de adaptación y reorganización del medio natural, tanto biótico como abiótico, en la mayor parte de los casos de ciclo largo: recolonización vegetal en zonas quemadas o taladas, progresiva de la vegetación en la infraestructura y materiales depositados, estabilización de taludes, etc. Los procesos, tanto de ciclo largo como corto, de los medios abiótico, biótico y las intervenciones antrópicas, interrelacionan fuertemente entre sí.

El paisaje es, en definitiva, una entidad dinámica que evoluciona temporalmente como consecuencia de unos procesos naturales y unas intervenciones antrópicas o por el cese de estas. Por ello, no ha de considerarse un fenómeno estático susceptibles de ser encerrado en una imagen momentánea, sino como algo en permanente evolución.

En el contexto del proyecto y el diagnóstico ambiental, el paisaje del área de estudio se caracteriza por ser un entorno predominantemente urbano y antropizado que puntualmente se caracteriza de la siguiente manera:

- **Calidad Paisajística:** Se define como Baja, debido a que el trazo se desarrolla sobre infraestructura vial existente (Autopista y Carretera Federal México-Puebla) y zonas con alta densidad poblacional.
- **Fragilidad Visual:** Es Alta, dado que cualquier modificación en el derecho de vía es inmediatamente perceptible por la gran cantidad de usuarios y residentes de la zona oriente del Estado de México.

- **Componentes Naturales:** Escasos, limitados a remanentes de vegetación secundaria y arbolado urbano en camellones.
- **Componentes Artificiales:** Dominan los elementos construidos como pavimentos, puentes vehiculares, postes de alumbrado y la infraestructura propia de la Línea 11 existente.

3.2.7.1 Metodología de evaluación del paisaje

La evaluación del componente paisaje se realizó mediante un enfoque integrado de análisis cualitativo–cuantitativo, considerando los lineamientos de la ecología del paisaje y criterios comúnmente empleados en evaluaciones de impacto ambiental en México (SEMARNAT), así como metodologías de valoración escénica y funcional del territorio.

a) Delimitación de la unidad de análisis

Se definió como unidad de paisaje el corredor vial del trazo del proyecto y su zona de influencia visual inmediata (aproximadamente 500 m a ambos lados), considerando su coherencia funcional, continuidad urbana y homogeneidad en su configuración territorial.

b) Identificación de componentes del paisaje

Se analizaron tres subsistemas:

- Medio abiótico: relieve, geomorfología, estabilidad del terreno.
- Medio biótico: cobertura vegetal, tipo de vegetación, presencia de remanentes naturales.
- Medio antrópico: infraestructura, uso de suelo, densidad urbana, elementos construidos.

c) Selección de indicadores

Para determinar la condición actual del paisaje se emplearon los siguientes indicadores:

Tabla 69. Indicadores para determinar la condición del paisaje.

Indicador	Descripción	Criterio de evaluación
Calidad paisajística	Valor escénico y naturalidad del paisaje	Alta / Media / Baja
Grado de perturbación	Nivel de modificación antrópica	Bajo / Medio / Alto
Integridad ecológica	Conservación de procesos ecológicos	Alta / Media / Baja
Fragmentación	Discontinuidad del territorio	Baja / Media / Alta
Fragilidad visual	Sensibilidad a cambios perceptuales	Baja / Media / Alta
Visibilidad	Exposición a observadores	Baja / Media / Alta

d) Técnicas de análisis

La evaluación se realizó mediante:

- Recorridos de campo para reconocimiento visual del paisaje
- Análisis cartográfico y de uso de suelo (INEGI y cartografía urbana)
- Interpretación de imágenes satelitales
- Revisión de Atlas de Riesgos (CENAPRED y niveles estatal/municipal)
- Evaluación experta basada en criterios técnicos

e) Sistema de valoración

Se utilizó una escala cualitativa jerarquizada:

- Alta: predominio de condiciones naturales o alto valor escénico
- Media: equilibrio entre elementos naturales y antrópicos
- Baja: dominio de elementos artificiales y pérdida de naturalidad

3.2.7.2 Justificación del estado actual del paisaje.

Derivado de la aplicación de la metodología anterior, se establece lo siguiente:

Calidad paisajística: Baja

Se asigna debido a:

- Predominio de infraestructura vial continua
- Escasa presencia de elementos naturales
- Homogeneidad visual asociada a urbanización intensiva

Justificación técnica:

La calidad paisajística disminuye proporcionalmente al grado de artificialización y pérdida de heterogeneidad ecológica, condiciones observadas en el área de estudio.

Grado de perturbación: Alto

Se determina por:

- Transformación histórica del territorio
- Sustitución completa de cobertura natural
- Presencia de infraestructura, servicios y urbanización consolidada

Justificación técnica:

El paisaje presenta modificación estructural permanente, lo que indica un sistema altamente intervenido sin capacidad de retorno a condiciones naturales originales.

Integridad ecológica: Baja

Se concluye debido a:

- Ausencia de ecosistemas funcionales
- Falta de conectividad ecológica
- Presencia únicamente de vegetación inducida

Justificación técnica:

No existen procesos ecológicos relevantes ni continuidad de hábitats, lo que limita funciones ecosistémicas.

Fragmentación: Alta

Se identifica por:

- Presencia de ejes carreteros de gran escala
- Interrupción de flujos ecológicos
- División espacial del territorio urbano

Justificación técnica:

La infraestructura vial actúa como barrera física, fragmentando el paisaje.

Fragilidad visual: Alta

Se asigna porque:

- Alta densidad poblacional
- Alta visibilidad del corredor (usuarios + residentes)
- Cambios son perceptibles de forma inmediata

Justificación técnica:

La fragilidad se relaciona con la exposición del paisaje al observador y su sensibilidad a modificaciones, no con su valor ecológico.

Con base en los indicadores evaluados, el paisaje del área de estudio se clasifica como:

- Paisaje urbano altamente antropizado
- Con baja calidad escénica e integridad ecológica
- Alto grado de perturbación estructural
- Alta fragilidad visual por exposición social

3.3 Diagnóstico ambiental

3.3.1 Metodología

Para determinar el diagnóstico ambiental, se indica el estado actual de la Región Ecológica, con base en su estado de conservación y/o deterioro de acuerdo con la descripción de los componentes abióticos, bióticos, socioeconómicos y de paisaje, a través del uso de indicadores ambientales de la salud.

3.3.2 Resultados del diagnóstico

El paisaje del área de estudio se encuentra profundamente modificado como resultado de un proceso continuo de urbanización, infraestructura vial y expansión de asentamientos humanos. Corresponde a un paisaje urbano-periurbano altamente antropizado, en el cual predominan vialidades de gran capacidad, camellones, infraestructura de servicios, áreas habitacionales y comerciales, así como espacios con vegetación inducida y remanentes agrícolas de baja productividad.

La matriz del paisaje está conformada principalmente por la Autopista Federal México-Puebla, la Carretera Federal México-Puebla, la Avenida Canal de Santa Bárbara y la Avenida Cuauhtémoc, elementos que fragmentan el territorio y definen unidades visuales discontinuas. La flora presente corresponde mayoritariamente a arbolado urbano ornamental y ruderal, con predominio de especies introducidas y nativas adaptadas a ambientes urbanos, localizadas principalmente en camellones, banquetas y predios baldíos.

En el extremo oriente del trazo, el sitio destinado para la Terminal San Buenaventura se localiza en un predio con uso agrícola secundario, circundado por vialidades y áreas urbanizadas, por lo que su contribución escénica es limitada y se encuentra ya influenciada por la dinámica urbana regional.

Desde el punto de vista de la ecología del paisaje, el área presenta:

- Alta fragmentación y pérdida de conectividad ecológica.
- Baja integridad ecológica, con comunidades bióticas simplificadas.
- Predominio de especies tolerantes al disturbio.
- Ausencia de unidades de paisaje naturales conservadas.

En lo que se refiere a la Región Ecológica, de igual manera que en el Área del Proyecto y su Área de Influencia, predomina el paisaje modificado debido a los procesos de urbanización, construcción de infraestructura vial y crecimiento de los asentamientos humanos, con la presencia aislada de zonas conservadas, como es el caso de las Áreas Naturales Protegidas, en las cuales se encuentran diversas especies de flora y fauna. Sin embargo, la distancia a la que se encuentran del Área del Proyecto no permitiría una interacción del proyecto con sus elementos abióticos y bióticos. La presencia de estos elementos y su composición al interior de las ANP indica un grado de conservación distinto al que existe en el Área del Proyecto y su

Área de Influencia, sin embargo, la continuidad entre éstas se ve interrumpido por el entorno modificado que las rodea.

El proyecto se integra al paisaje urbano actual. Al ser un sistema eléctrico (trolebús), visualmente añade la infraestructura de catenarias (cables), lo cual es congruente con la imagen de un corredor de transporte moderno. La ejecución del proyecto no introduce nuevos elementos discordantes, ya que se desarrolla mayoritariamente sobre derechos de vía existentes, por lo que la configuración visual del paisaje se mantiene compatible con el entorno. Las afectaciones al paisaje se concentran en:

- Remoción puntual de arbolado urbano.
- Modificación temporal del entorno visual durante la construcción.
- Incorporación de estaciones y mobiliario urbano, los cuales se integran mediante un diseño funcional y homogéneo.

Con la aplicación de medidas de mitigación, restauración vegetal y ordenamiento del espacio público, el proyecto contribuye a mejorar la legibilidad urbana, la movilidad y la percepción de orden del paisaje.

3.3.3 Conclusiones del diagnóstico

Con base en el diagnóstico realizado, se puede determinar que, de manera general, el entorno de la Región Ecológica se encuentra fragmentado, con un dominio de superficie impactada y con la presencia de zonas conservadas. Por otro lado, tanto el Área del Proyecto, como su Área de Influencia, se encuentran predominantemente con uso habitacional, con presencia de flora y fauna características de zonas ya impactadas.

4. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.

4.1 Impactos ambientales

Existen diferentes metodologías para identificar y evaluar los impactos ambientales de un proyecto, siendo en su mayoría de carácter subjetivo debido a la falta de información cuantitativa de los efectos del proyecto en la naturaleza. El propósito de dicha evaluación es realizar una identificación de las actividades que se realizarán durante las diferentes etapas del proyecto, con relación a las condiciones particulares del sitio donde se desarrollará el proyecto, lo cual permitirá en primera instancia, evaluar los impactos ambientales para posteriormente, proponer las medidas de preventivas, de control, mitigación y compensación ambiental.

En este caso, la evaluación de impactos ambientales corresponde al proyecto de Proyecto Integral para la construcción del Corredor con autobuses de alta capacidad tipo Trolebús en Ixtapaluca, Estado de México. Es importante precisar que la zona donde se desarrolla el proyecto ya está modificada, por lo que los impactos más significativos ocurrieron durante la preparación del sitio y construcción de la Autopista México-Puebla, la carretera Federal México Puebla, y las vialidades estatales.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, que se estima se generarán por el desarrollo de las actividades del presente proyecto, se utilizará la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vítora (2010).

La valoración cuantitativa del impacto ambiental incluye la transformación de medidas de impactos a valores conmensurables de calidad ambiental, para posteriormente hacer una suma ponderada de ellos y así obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las actividades con potencial impacto (agentes de cambio) y los factores ambientales que potencialmente serían impactados por dichas actividades, se crearán las matrices de interacción de ambos (las actividades y los factores), que permitirán obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

4.1.1 Identificación de los impactos.

Indicadores de impactos ambientales. Una característica fundamental en la identificación de los indicadores ambientales presentes en el área del proyecto, lo cual permite realizar un diagnóstico acertado del ambiente físico, biológico y socioeconómico en donde se desarrollará.

Los indicadores de impacto ambiental son las propiedades de algún elemento o factor ambiental que pueden ser medidas cualitativamente y/o cuantitativamente respecto del nivel de cambio de su estado natural derivado de la influencia directa o indirecta de un agente de cambio.

La identificación de los indicadores de impacto ambiental para el presente proyecto se realizó con base a los siguientes criterios de identificación:

- Representatividad: Se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.
- Relevancia: La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

- Excluyente: No existe una superposición entre los distintos indicadores.
- Cuantificable: Medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- Fácil identificación: Definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

Los indicadores de impacto identificados para el presente proyecto se enlistan a continuación:

Tabla 70. Factores ambientales considerados para el presente proyecto.

Tipo de Factor	Factor	No.	Indicador
Abiótico	Clima	1	Temperatura
		2	Precipitación
		3	Vientos
	Geología y geomorfología	4	Pendientes
		5	Topoformas
	Edafología	6	Erosión
		7	Calidad del suelo
	Hidrología superficial	8	Calidad del agua
		9	Escurrimientos
	Hidrología subterránea	10	Recarga de acuíferos
		11	Dirección del flujo
	Atmósfera	12	Calidad del aire y partículas suspendidas
		13	Confort sonoro
Biótico	Flora	14	Composición (abundancia y diversidad)
		15	Continuidad en unidades de vegetación
		16	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Fauna	17	Composición (abundancia y diversidad)
		18	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010
		19	Modificación de hábitat
Perceptual	Paisaje	20	Valor paisajístico
Social	Infraestructura	21	Servicios e infraestructura para la población
	Capacitación	22	Concientización ambiental
Económico	Medio económico	23	Desarrollo económico

Por otro lado, el término “Agente de Cambio” lo definimos como cualquier actividad que se desarrolle y cause un cambio del estado natural de algún o algunos de los elementos que conforman los componentes bióticos y abióticos de la Región Ecológica en el que incide. En la siguiente tabla se enlistan las etapas y actividades que forman parte del presente proyecto:

Tabla 71. Actividades consideradas para el presente proyecto.

Etapa	Actividad	
Preparación del sitio	Obra inducida	
	Corte con sierra en pavimento y/o asfalto	
	Demolición de pavimento y concreto	
	Trazo y nivelación	
	Despalme	
	Tala, poda y retiro de árboles	
	Excavación	
	Desmonte	
	Carga y acarreo de material	
Construcción	Carril confinado	Mejoramiento del terreno subrasante
		Construcción de base hidráulica
		Colocación de juntas de dilatación
		Colocación de concreto Mr-45

Etapa	Actividad	
		Colocación de delimitadores
		Colocación de señalamiento
		Colocación de ductería para instalaciones
	Viaducto Elevado	Cimentación profunda
		Cimentación superficial
		Cimbra en superestructura
		Colocación de columnas
		Colocación de cabezales
		Colocación de trabes
		Colocación de losa de compresión
		Colocación de ductería para instalaciones
		Colocación de acero estructural
		Colocación de concreto

Etapa	Actividad	
		Colocación de señalamiento vial
	Estaciones	Colocación de concreto
		Colocación de cimbra
		Colocación de concreto hidráulico
		Colocación de juntas de dilatación
		Colocación de rellenos para desplante de cimentación superficial
		Aplicación de sistema impermeable
		Habilitado de acero de refuerzo
		Colocación de piso de mármol
		Fabricación de estructura metálica
		Montaje de estructura metálica
		Montaje de techumbres
		Montaje de fachadas

Etapa	Actividad	
		Colocación de ductería para instalaciones
		Colocación de señalamiento horizontal
		Rehabilitación de pavimento
		Colocación de delimitadores
		Colocación de señalamiento vertical
		Colocación de bancos, topes y pantalla
	Paradero Zona San Buenaventura	Colocación de parapeto y guarnición
		Montaje de postes, catenaria y accesorios
		Colocación de muro de acceso
		Colocación de señalamiento vial
	Paradero y Cetram	Mejoramiento de terreno
		Construcción de bahías

Etapa	Actividad	
		Colocación de señalamiento horizontal
		Colocación de concreto
		Construcción de juntas de dilatación
		Colocación de señalamiento vertical
		Demolición de elementos de concreto
		Colocación de losa de cimentación
		Colocación de acero en trabes, cabezales, columnas y ménsulas
		Colocación de losa de compresión de concreto
		Colocación de parapeto metálico
	Obra Electromecánica	Cimentación de postes
		Montaje de postes, catenaria y accesorios
		Montaje de subestaciones de rectificación

Etapa	Actividad	
		Colocación de señalamiento
	Adecuación de gasas en la estación Constitución de 1917	
Operación	Traslado de pasajeros	
	Operación de las instalaciones	

4.1.2 Criterios de evaluación.

El procedimiento para la evaluación del impacto ambiental elaborado por Conesa Fernández (1997) consiste en la elaboración de una matriz en donde las actividades a realizarse para el desarrollo del proyecto se colocan en el eje horizontal (filas) de la matriz y en el eje vertical (columnas) se ubican los atributos de los diferentes factores ambientales que se encontraron presentes en el área del proyecto.

En la matriz de Conesa, cada celda de interacción entre factor ambiental y actividad del proyecto se coloca la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial plasmado en el cuadro siguiente, a los que se añade uno más que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de los once primeros símbolos anteriores.

Para la caracterización de los impactos se han empleado los criterios siguientes.

- **Naturaleza (NA):** refiere al efecto benéfico (+) o perjudicial (-) de las diferentes actividades que van a impactar sobre los factores considerados.
- **Intensidad (I):** representa el grado de incidencia de la actividad sobre el factor específico en que actúa, siendo una afectación mínima o afectación total del facto.
- **Extensión (EX):** refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales, pudiendo ser un impacto puntual o total.
- **Momento (MO):** refiere al periodo entre la actividad y comienzo del efecto sobre el factor ambiental, puede expresarse en unidades de tiempo, cortó plazo, medio plazo y el largo plazo.

- **Persistencia (PE):** tiempo de permanencia del efecto desde su aparición, puede expresarse en unidades de tiempo, siendo temporal (pudiendo ser reversibles o recuperables) o permanente (en su caso son irreversibles o irrecuperables).
- **Reversibilidad (RV):** Posibilidad que la alteración pueda ser asimilada por el entorno de forma medible a corto, mediano o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales.
- **Sinergia (SI):** contempla la unión dos o más efectos, los cuales generaran efectos sucesivos intensificando el impacto, cuando este disminuyen en lugar aumentar su valoración es negativa.
- **Efecto (EF):** manifestación sobre el factor como consecuencia de una actividad negativo o positivo.
- **Acumulación (AC):** este criterio da incremento de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la actividad que lo genera.
- **Relación Causa-Efecto (EF):** puede ser directa si la actividad misma que origina el efecto e indirecta si es otro efecto el que lo origina.
- **Recuperabilidad (MC):** es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado por medio de la intervención humana.
- **Periodicidad (PR):** es la regularidad de manifestación del efecto, pudiendo se periódico, continuo o irregular.

De estos once símbolos, el primero corresponde al signo o naturaleza de este (positivo o negativo), reflejando los diez siguientes, los atributos que caracterizan dicho efecto o interacción.

Tabla 72. Indicadores de cuantificación de impactos.

Naturaleza (NA)		Intensidad (I)	
(+) Beneficioso	+1	(B) Baja.	1
		(M) Media	2
(-) Perjudicial	-1	(A) Alta	4
		(MA) Muy Alta	8
		(T) Total	12
Extensión (EX)		**Momento (MO)**	
(Pu) Puntual	1	(L) Largo plazo	1
(Pa) Parcial	2	(M) Mediano Plazo	2
(E) Extenso	4	(I) Inmediato	4
(T) Total.	8	(C) Crítico (2)	+4
(C) Crítico (1)	+4		
Persistencia (PE)		**Reversibilidad (RV)**	
(F) Fugaz	1	(C) Corto plazo	1
(T) Temporal	2	(M) Mediano plazo	2
(P) Permanente	4	(I) Irreversible	4
Sinergia (SI)		**Acumulación (AC)**	
(SS) Sin sinérgico	1	(S) Simple.	1
(S) Sinérgico	2	(A) Acumulativo	4
(MS) Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		**Periodicidad (PR)**	
(I) Indirecto (secundario)	1	(I) Irregular	1
(D) Directo (primario)	4	(P) Periódica	2
		(C) Continua	4
Recuperabilidad (MC)		**Importancia (I)**	
(In) Inmediato	1	Irrelevante	1
(MP) Mediano plazo	2	Moderado	2
(M) Mitigable	4	Severo	4
(I) Irrecuperable	8	Crítico	+4

La importancia del impacto en esta técnica es la estimación mediante la cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función del grado de incidencia o intensidad de una alteración producida; así como la caracterización del efecto,

plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

4.1.3 Criterios de Evaluación de Matriz de Importancia.

Los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz de impactos, estarán ocupados por criterios de valoración correspondiente a once características a evaluar en la matriz de impactos, mismas que se describen a continuación:

a) Signo: Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

b) Intensidad (I) Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, el ámbito específico que actúa. El índice de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

c) Extensión (EX) Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

En el caso de que el efecto, se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Si además de crítico, el efecto es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa a la operación o proceso de la actividad que da lugar al efecto, anulando la causa que lo produce.

d) Momento (MO) El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t0) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado.

Así pues, cuando el tiempo trascurrido sea nulo, el momento será Inmediato; si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un

periodo de tiempo que va de uno a cinco años, Mediano Plazo (2); si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo, con valor asignado (1).

Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor cuatro unidades por encima de las especificadas.

e) Persistencia (PE) Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4)

f) Reversibilidad (RV) Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida; es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es Irreversible le asignamos un valor (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son idénticos a los asignados en el parámetro anterior.

g) Recuperabilidad (MC) Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la actividad acometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) si lo es de manera inmediata, o (2) si lo es a mediano plazo; si la recuperación es parcial y el efecto es mitigable, toma el valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

h) Sinergia (SI) Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a lo que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

i) Acumulación (AC) Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

j) Efecto (EF) Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.

Este término toma el valor 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 será cuando sea directo.

K) Periodicidad (PR) La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se le asigna un valor (4), a los periódicos (2), y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

L) Importancia del Impacto (I) Ya se ha apuntado que la importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental no debe confundirse con la importancia del factor ambiental considerados.

$$I=+- [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100.

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100, tanto para los impactos

positivos como para los negativos. Para la categorización cualitativa de su intensidad con relación a los resultados cuantitativos se puede utilizar los siguientes intervalos.

Tabla 73. Intervalos de categorización cualitativa de intensidad con relación a los resultados cuantitativos

Calificación	Rango de valores	Color
Positivo (+)	> 13	
Compatibles (-)	-13 ≥ -25	
Moderados (-)	-26 ≥ -50	
Severos (-)	-51 ≥ -75	
Críticos (-)	< -75	

En el caso de los impactos irrelevantes o compatibles, no es necesario aplicar medidas.

Los impactos presentan valores intermedios (entre 40 y 609) cuando se ve alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afección mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles.

Los impactos moderados presentan una importancia entre 26 y 50. Serán severos

cuando la importancia se encuentre entre 51 y 75 y críticos cuando el valor sea superior al 76. (Conesa, 1997)

De esta manera se generó la Matriz de Importancia de Conesa para el proyecto, en la cual se da una valoración de importancia a los impactos por las interacciones señaladas entre las actividades del proyecto con los atributos de los subcomponentes. En las siguientes tablas, se muestran las matrices de interacciones causa-efecto llevada a cabo para el presente proyecto, divididas por etapas.

Tabla 74. Matriz de impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio.

Actividades	Factores ambientales																						Total por actividad
	Abiótico													Biótico						Perceptual	Social		Económico	
	Clima			Geología y geomorfología		Edafología		Hidrología superficial		Hidrología subterránea		Atmósfera		Flora			Fauna			Paisaje	Infraestructura	Capacitación	Medio económico	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	Temperatura	Precipitación	Vientos	Pendientes	Topoformas	Erosión	Calidad del suelo	Calidad del agua	Escurrimientos	Recarga de acuíferos	Dirección del flujo	Calidad del aire y partículas suspendidas	Confort sonoro	Composición (abundancia y diversidad)	Continuidad en unidades de vegetación	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-	Composición (abundancia y diversidad)	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-	Modificación de hábitat	Valor paisajístico	Servicios e infraestructura para la población	Concientización ambiental	Desarrollo económico	
Obra inducida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Corte con sierra en pavimento y/o asfalto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-21	-21	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-19
Demolición de pavimento y concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-21	-21	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-19
Trazo y nivelación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
Despalme	0	0	0	0	0	-25	-25	0	-25	-27	0	-21	-21	0	0	0	-19	0	0	-28	0	22	20	-149
Tala, poda y retiro de árboles	0	0	0	0	0	-25	-25	0	-25	-27	0	-21	-21	-27	0	0	-19	0	-22	-31	0	22	20	-201
Excavación	0	0	0	0	0	-25	-25	0	-25	-27	0	-21	-21	0	0	0	-19	0	0	-16	0	22	20	-137
Desmonte	0	0	0	0	0	-25	-25	0	-25	-27	0	-21	-21	-27	0	0	-19	0	-22	-31	0	22	20	-201
Carga y acarreo de material	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-21	-21	0	0	0	-19	0	0	-16	0	22	20	-35
Total por indicador	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-100**	**-100**	**0**	**-100**	**-108**	**0**	**-185**	**-185**	**-54**	**0**	**0**	**-152**	**0**	**-44**	**-122**	**0**	**198**	**180**	

De acuerdo a la tabla anterior, se tiene un total de 69 impactos durante la etapa de preparación del sitio, de los cuales 42 son compatibles, 9 son moderados y 18 son positivos.

Los factores ambientales más impactados son la calidad del aire y el confort sonoro, mientras que la actividad que mayor intensidad de impacto ocasionaría son la tala de árboles y el desmonte.

Tabla 75. Matriz de impactos ambientales durante la etapa de construcción.

Actividades		Factores ambientales																						Total por actividad
		Abiótico												Biótico						Perceptual	Social		Económico	
		Clima			Geología y geomorfología		Edafología		Hidrología superficial		Hidrología subterránea		Atmósfera		Flora			Fauna			Paisaje	Infraestructura	Capacitación	Medio económico	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
		Temperatura	Precipitación	Vientos	Pendientes	Topoformas	Erosión	Calidad del suelo	Calidad del agua	Escurrimientos	Recarga de acuíferos	Dirección del flujo	Calidad del aire y partículas suspendidas	Confort sonoro	Composición (abundancia y diversidad)	Continuidad en unidades de vegetación	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Composición (abundancia y diversidad)	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Modificación de hábitat	Valor paisajístico	Servicios e infraestructura para la población	Concientización ambiental	Desarrollo económico	
Carril confinado	Mejoramiento del terreno subrasante	0	0	0	0	0	-25	-25	0	-25	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-123
	Construcción de base hidráulica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-33	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-48
	Colocación de juntas de dilatación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de concreto Mr-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-48
	Colocación de delimitadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de señalamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Colocación de ductería para instalaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Viaducto Elevado	Cimentación profunda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-33	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-48
	Cimentación superficial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-33	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-48
	Cimbra en superestructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de columnas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-31	0	22	20	-77
	Colocación de cabezales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-31	0	22	20	-77
	Colocación de trabes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-31	0	22	20	-77
	Colocación de losa de compresión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-31	0	22	20	-77
	Colocación de ductería para instalaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de acero structural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de señalamiento vial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Estaciones	Colocación de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de cimbra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de concreto hidráulico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de juntas de dilatación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Colocación de rellenos para desplante de cimentación superficial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Aplicación de sistema impermeable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Habilitado de acero de refuerzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Colocación de piso de mármol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Fabricación de estructura metálica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Montaje de estructura metálica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	-31	0	22	20	-27
	Montaje de techumbres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	-31	0	22	20	-27
	Montaje de fachadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	-31	0	22	20	-27
	Colocación de ductería para instalaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Colocación de señalamiento horizontal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Rehabilitación de pavimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de delimitadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de señalamiento vertical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de bancos, topes y pantalla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Paradero Zona San Buenaventura	Colocación de parapeto y guarnición	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Montaje de postes, catenaria y accesorios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de muro de acceso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-31	0	22	20	-46
	Colocación de señalamiento vial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
Paradero y Cetram	Mejoramiento de terreno	0	0	0	0	0	-23	-23	0	-25	-25	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-111
	Construcción de bahías	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de señalamiento horizontal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Construcción de juntas de dilatación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Colocación de señalamiento vertical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Demolición de elementos de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-19	0	22	20	-34
	Colocación de losa de cimentación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de acero en trabes, cabezales, columnas y ménsulas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de losa de compresión de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de parapeto metálico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Obra Electromecánica	Cimentación de postes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Montaje de postes, catenaria y accesorios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Montaje de subestaciones de rectificación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de señalamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Adecuación de gasas en la estación Constitución de 1917		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Total por indicador		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-48**	**-48**	**0**	**-50**	**-593**	**0**	**-1064**	**-1064**	**0**	**0**	**0**	**-836**	**0**	**0**	**-267**	**0**	**1232**	**1120**	

Durante la etapa de construcción se tendrán 302 impactos, de los cuales 164 son compatibles, 26 son moderados y 112 son positivos.

Los factores ambientales más impactados son la calidad del aire y el confort sonoro, mientras que la actividad que mayor intensidad de impacto ocasionaría son el mejoramiento del terreno.

Tabla 76. Matriz de impactos ambientales durante la etapa de operación.

Actividades	Factores ambientales																					Total por actividad
	Abiótico												Biótico						Perceptual	Social		Económico	
	Clima			Geología y geomorfología		Edafología		Hidrología superficial		Hidrología subterránea		Atmósfera		Flora			Fauna			Paisaje	Infraestructura	Capacitación	Medio económico	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	Temperatura	Precipitación	Vientos	Pendientes	Topoformas	Erosión	Calidad del suelo	Calidad del agua	Escurrimientos	Recarga de acuíferos	Dirección del flujo	Calidad del aire y partículas suspendidas	Confort sonoro	Composición (abundancia y diversidad)	Continuidad en unidades de vegetación	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Composición (abundancia y diversidad)	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Modificación de hábitat	Valor paisajístico	Servicios e infraestructura para la población	Concientización ambiental	Desarrollo económico	
Traslado de pasajeros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	-26	0	0	0	22	18	18	60
Operación de las instalaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	-16	-16	0	0	0	-26	0	0	0	22	18	18	20
Total por indicador	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**20**	**0**	**0**	**12**	**-16**	**0**	**0**	**0**	**-52**	**0**	**0**	**0**	**44**	**36**	**36**	

Durante la etapa de operación se tendrán 12 impactos, de los cuales 2 son compatibles, 2 son moderados y 8 son positivos.

El factor ambiental más impactado es la composición de fauna, mientras que la actividad que mayor intensidad de impacto positivo ocasionaría es el traslado de pasajeros.

Nota: La matriz de evaluación de impactos se incluye en la carpeta “Anexos Cap 5”.

La proyección de la magnitud de las alteraciones que pudieran ocasionar los impactos caracterizados sobre los aspectos bióticos y abióticos (factores ambientales) de la zona (y áreas aledañas) en las que se pretende la realización del proyecto se describen a continuación tanto para los impactos adversos (negativos) como los benéficos (positivos).

Cabe mencionar que los impactos identificados para el presente proyecto, debido a que involucra únicamente actividades dentro del predio, no implica mayores cambios negativos al entorno, asimismo no se omite mencionar que la ejecución de las medidas de prevención y mitigación, minimizarán significativamente los posibles impactos generados.

En las tablas anteriores se puede observar que, de acuerdo con su magnitud, los impactos van de positivos a compatibles, de tal forma que el ambiente podrá absorber dichos impactos sin mayor afectación considerable.

A continuación, se hace una breve descripción de los impactos que potencialmente afectarán de manera adversa a los componentes ambientales del área donde pretende desarrollarse el “Proyecto Integral para la construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca, Estado de México”, así como los benéficos o positivos.

- Clima. Los componentes de este elemento no se verán impactados por el desarrollo de las actividades del proyecto.

- Geología y geomorfología. No serán impactados, ya que tanto la pendiente como las topoformas de la región se encuentran determinadas por elementos principalmente antropogénicos, fueron modificados principalmente durante la construcción de la carretera, de la autopista.

- Edafología. El suelo experimentará afectaciones en lo referente a erosión y a su calidad, debido a la extracción del suelo y al posterior relleno para cimentación, así como durante el mejoramiento del terreno, donde el suelo se sustituirá por material externo. El desmonte y el despalme también influyen sobre el suelo, ya que su extracción influye sobre la erosión del mismo. Durante la operación y el mantenimiento, el suelo no se verá afectado.

- Hidrología superficial. El desmonte y el despalme, así como la posterior pavimentación, ocasionarán modificaciones al patrón de escurrimientos de la zona por la colocación de concreto; sin embargo, esta afectación será de manera puntual, ya que la mayor parte de la superficie ya está impactada por la presencia de pavimento o de concreto. Es importante mencionar que el proyecto no incidirá en cuerpos de agua superficiales. De manera específica, la instalación del drenaje pluvial impactará de manera benéfica al patrón de escurrimientos, ya que representa un encauzamiento de los escurrimientos, y disminuirá los efectos de una hipotética inundación en la zona.

- Hidrología subterránea. La remoción de la cobertura vegetal y de la capa superficial del suelo, así como la cimentación y la posterior colocación de concreto, ocasionarán impactos adversos sobre la recarga de acuíferos, al actuar como barrera física que impide la recarga del acuífero. Sin embargo, este impacto es puntual, ya que la mayor parte del trazo ya se encuentra impactado por la presencia de las calles y carreteras.

- Atmósfera. Este factor ambiental será puntualmente impactado por las emisiones a la atmósfera, que a pesar de que no serán muy considerables dada la magnitud de los trabajos, habrá una afectación a la calidad del aire por partículas suspendidas (Afectación a la calidad del aire por emisiones de gases por vehículos y equipos (NOx, SOx y COx) y por generación y emisiones de polvos (PST y PM10), producto del movimiento de los vehículos para el desarrollo de todas las etapas (desde la preparación del sitio hasta el mantenimiento). Asimismo, la alteración del entorno acústico será mínima. Ambos impactos son reversibles, si se considera que su efecto finaliza casi

inmediatamente después que cesa la actividad causante; sin embargo, se debe tener en cuenta que este factor ambiental ya se encuentra afectado desde su inicio (tanto en emisiones a la atmósfera como en alteración del entorno acústico), toda vez que los autos que circulan por la Autopista y la Carretera Federal México-Puebla, así como sobre la Av. Santa Bárbara.

  - Durante la etapa de operación, los componentes atmosféricos se verán impactados de manera positiva, ya que el traslado de pasajeros por medio de transporte eléctrico contribuye a evitar la generación de emisiones contaminantes por el uso de vehículos que funcionan con combustibles fósiles. Del mismo modo, los vehículos eléctricos no producen emisiones significativas de ruido, por lo que el confort sonoro no se verá afectado. El impacto adverso hacia ambos componentes atmosféricos será ocasionado por los vehículos utilizados para las labores de mantenimiento de las instalaciones; sin embargo, no será significativo.

- Flora. La flora se verá afectada por la remoción de arbolado durante el desmonte; sin embargo, esta no será en toda el área del proyecto. Se llevarán a cabo actividades de rescate y reubicación de los ejemplares que sean dictaminados para tal efecto. El diseño para la ubicación de los postes y de la catenaria consideró la ubicación de especímenes bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es importante destacar que este impacto será puntual, ya que se removerán únicamente los especímenes que se determinen como factibles para remoción o traslado a través del dictamen de arbolado urbano.

- Fauna. La fauna será desplazada principalmente durante las actividades de preparación del sitio; por otro lado, la remoción de vegetación afectará indirectamente a la fauna, ya que la vegetación constituye un hábitat para la fauna, especialmente para las aves migratorias. Durante la operación, el traslado de pasajeros y la operación de las instalaciones, ahuyentarán a la fauna, aunque de manera indirecta, por la presencia de las personas, así como por el ruido de los vehículos que se utilicen para las actividades de mantenimiento.

- Social. El presente proyecto representa un impacto positivo para la población de la zona oriente del área metropolitana de la Ciudad de México, mejorando la calidad de vida de los habitantes de la zona oriente del área metropolitana de la Ciudad de México, ya que:

  - Se logrará una conectividad regional eficiente entre el Estado de México y la Ciudad de México, mediante el enlace de la zona de San

Buenaventura y el centro de Ixtapaluca con el metro Santa Marta, con lo que la población tiene más opciones de movilidad

- Se reduce significativamente el tiempo de viaje de los usuarios que transitan diariamente desde los municipios de la zona oriente del estado de México hacia la capital, y viceversa.
- Se brinda un servicio de transporte público digno, seguro y moderno, con tarifa accesible para la población de escasos recursos que vive en las zonas periféricas.
- Se reordena el transporte público en la zona y mejorar la seguridad vial, incluyendo la construcción de puentes y accesos peatonales

- Económico. El impacto en el factor económico será positivo y de manera puntual, debido a la contratación de personal para realizar las actividades de preparación del sitio y construcción. El efecto sobre este factor será indirecto, ya que la sociedad se beneficiará indirectamente a través de la generación de empleo por parte del promovente, beneficiando así a los trabajadores de las obras del proyecto y a sus familias.

Es importante precisar que, con base en la metodología propuesta para la evaluación de impactos, se están considerando como acumulativos simples, ya que no se incrementa la manifestación de los efectos (en cuanto a intensidad) cuando persiste la actividad que genera dichos impactos, por lo que los impactos fueron calificados como acumulativos simples. Asimismo, la presencia de dos o más efectos no aumenta la manifestación de los efectos cuando las acciones que los provocan actúan de manera independiente no simultánea, por lo que los impactos se calificaron como no sinérgicos.

Como se mencionó en el capítulo anterior, se realizó la delimitación del área de influencia con base en aspectos socioeconómicos, considerando que el entorno inmediato al área del proyecto se encuentra modificado, principalmente para uso habitacional. Justamente ese sector se verá beneficiado por el proyecto, al tener un acceso más directo al uso del trolebús como medio de transporte.

4.2 Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.

Una vez identificados y valorados los impactos ambientales en cada etapa del proyecto, se establecen las medidas o acciones para controlar los impactos que

afectan a cada uno de los factores ambientales con los que se relaciona el proyecto. En la siguiente tabla se muestran las medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales ocasionados por las actividades del proyecto. Se incluye una estimación del monto requerido para dar cumplimiento a las medidas referidas.

Tabla 77. Medidas para el control de impactos y monto estimado para su cumplimiento.

Etapa del proyecto	Impacto ambiental Identificado	Factor ambiental afectado	Medidas de control de impactos	Tipo de medida	Monto para dar cumplimiento a las medidas propuestas (MXN)
Preparación del sitio / Construcción	Emisiones a la atmósfera	Calidad del aire	Mantenimiento vehicular realizado por contratistas	Prevención (P1)	
	Emisiones a la atmósfera	Calidad del aire	Control de polvos	Mitigación (M1)	$156,000.00
	Emisión de ruido	Confort sonoro	Mantenimiento realizado por contratistas	Mitigación (M1)	-
	Desplazamiento de ejemplares	Fauna	Ahuyentamiento de fauna	Prevención (P1)	$135,000.00
	Presencia de maquinaria y material	Paisaje	Retiro de maquinaria y material	Prevención (P1)	-
	Contaminación	Suelo / Agua	Manejo integral de residuos (peligrosos, sólidos	Prevención (P1)	$21,469,128.00

Etapa del proyecto	Impacto ambiental Identificado	Factor ambiental afectado	Medidas de control de impactos	Tipo de medida	Monto para dar cumplimiento a las medidas propuestas (MXN)
			urbanos y de manejo especial)		
	Remoción de ejemplares	Flora	Rescate y reubicación de flora	Compensación (C1)	$1,600,500.00
Operación	Emisiones a la atmósfera	Calidad del aire	Mantenimiento vehicular realizado por contratistas	Mitigación (M1)	-
	Emisiones a la atmósfera	Calidad del aire	Mantenimiento a equipos realizado por contratistas	Mitigación (M1)	-
	Contaminación	Suelo / Agua	Manejo integral de residuos (peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial)	Prevención (P1)	$59,928,000.00
	Modificación de escurrimientos	Agua superficial	Control de escurrimientos a	Prevención (P1)	-

Etapa del proyecto	Impacto ambiental Identificado	Factor ambiental afectado	Medidas de control de impactos	Tipo de medida	Monto para dar cumplimiento a las medidas propuestas (MXN)
	Disminución de recarga de acuíferos	Agua subterránea	través de un sistema de drenaje		
			Total		**$83,288,628.00**

A continuación, se describen las medidas a implementar referidas en la tabla anterior. En la subcarpeta denominada “Valoración costos medidas” de la carpeta “Anexos Capítulo 4” se muestran los cálculos de los costos de la implementación de las medidas.

Mantenimiento vehicular realizado por contratistas

Como parte de las actividades del proyecto se implementarán controles para que los contratistas apliquen el mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos que utilicen durante el desarrollo de las actividades del presente proyecto, y para que cumplan con la verificación vehicular correspondiente, para asegurarse de que sus emisiones contaminantes no superen los límites establecidos en la normatividad vigente y aplicable de acuerdo con el tipo de combustible que usen tales vehículos:

NOM-050-SEMARNAT-2018 (combustibles alternos)

NOM-045-SEMARNAT-2017 (diésel)

NOM-041-SEMARNAT-2015 (gasolina)

Control de polvos

Se aplicará riego de manera periódica con agua tratada, en caso de ser necesario para mitigar los efectos provocados por la dispersión de polvos. Asimismo, se cubrirán los camiones que transportan materiales y se delimitarán las áreas verdes.

Mantenimiento realizado por contratistas

Como parte de las actividades del proyecto se implementará mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos utilizados en los diferentes procesos de la operación del trolebús, para asegurarse de que sus emisiones contaminantes no superen los límites establecidos en la normatividad vigente y aplicable. Para asegurarse de mantener el confort sonoro, se realizará un monitoreo periódico de los niveles de ruido.

Ahuyentamiento de fauna

En caso de encontrarse algún ejemplar de fauna nativo de la región o que se encuentre bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se procederá a su ahuyentamiento.

Retiro de maquinaria y material

Para la presencia de maquinaria y equipo en la zona no se tiene contemplada medida de mitigación. Sin embargo, se estima que, una vez finalizados los trabajos, se retire toda la maquinaria y equipo, y el sitio retome la calidad paisajística previa al inicio de las actividades del proyecto. Para realizar estas actividades, se implementarán medidas de seguridad vial y señalización temporal para peatones y automovilistas, para que su circulación se realice de manera segura.

Manejo integral de residuos

Se implementará un Programa para el Manejo Integral de los residuos generados durante todas las etapas del proyecto, en conformidad con los instrumentos jurídicos vigentes y aplicables, entre los que destacan:

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y su Reglamento

Código para la Biodiversidad Estado de México

NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

En dicho programa se contemplarán las etapas de generación, clasificación, disposición temporal, recolección, traslado, acopio, confinamiento y disposición final. Mediante una disposición adecuada, se prevendrá la contaminación del suelo y de los cuerpos de agua.

Control de actividades en la excavación

Implementar el uso de maquinaria y vehículos que generen menos vibraciones, para reducir la posibilidad de desestabilización de taludes.

Se revisará la compactación del terreno natural antes de colocar las capas de relleno.

Se conservará la mayor cantidad posible de vegetación en áreas adyacentes a la excavación, ya que las raíces ayudan a estabilizar el suelo.

Rescate y reubicación de flora

En caso de encontrarse algún ejemplar de flora nativo de la región o que se encuentre bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se procederá a su rescate y reubicación en otro sitio, pudiendo utilizarse para la forestación durante la etapa de clausura. En ese caso, se resguardará en un sitio adecuado.

Asimismo, se realizará el trasplante de aquellos que sean viables para tal fin, de acuerdo a lo determinado por las autoridades municipales, en virtud de que son consideradas como arbolado urbano.

Control en las actividades de disposición de residuos

Se evitará la disposición de residuos cerca de los bordes de la excavación para evitar deslizamientos en taludes estables

Control de escurrimientos a través del sistema de drenaje pluvial

Mediante la instalación de cunetas (canales) como sistema de drenaje, que funciona a base de gravedad, se pueden desviar de manera puntual los escurrimientos fuera del área del proyecto (en sus colindancias inmediatas) para evitar su flujo hacia las

áreas en las que no sea factible la acumulación de agua, para posteriormente encausarlos a su curso natural. De esta manera se conserva el patrón general de escurrimientos de la región. Al ser una actividad que está contemplada dentro de las actividades de construcción, el costo se incluye en el monto de inversión del proyecto.

Para este proyecto se tienen contempladas principalmente medidas de prevención y de mitigación de impactos. Sólo la medida de rescate y reubicación de flora está catalogada como de compensación. Sin embargo, en virtud de que los organismos de flora a remover son considerados como arbolado urbano, las medidas de restitución aplicables (tales como compensación económica o sitios de reubicación), serán determinadas por las autoridades municipales competentes.

La aplicación de las medidas de control de impactos aquí descritas garantiza que la magnitud de los impactos contemplados se reducirá significativamente, sobre todo los relacionados a las emisiones a la atmósfera, y no se modificará el entorno ni se incrementarán los impactos ambientales que ya existen en la zona.

4.3 Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas

Este capítulo se describe en función de lo que establece la Fracción VI del Artículo 13 del REIA, que dispone la obligación de incluir en la MIA los “Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas”. En este sentido, se propondrán los pronósticos ambientales relevantes, ya que éstos peritan predecir el comportamiento de la Región Ecológica sin el proyecto, con el proyecto pero sin medidas de mitigación y con el proyecto incluyendo las medidas de mitigación, a efecto de evaluar el desempeño ambiental del mismo, garantizando que se respetará la integridad funcional del ecosistema a partir de una proyección teórica de las posibles implicaciones ambientales que generaría el proyecto de manera espacial y temporal.

4.3.1 Pronóstico ambiental sin proyecto

En ausencia del proyecto, el área de estudio mantendría su tendencia actual caracterizada por una alta congestión vehicular, asociada a la dinámica de movilidad regional en el corredor México–Puebla, derivada de:

- Alta dependencia del transporte motorizado convencional (transporte público concesionado, vehículos particulares y transporte de carga).

- Crecimiento urbano continuo en la zona oriente del Estado de México sin una expansión proporcional de infraestructura de transporte masivo.
- Funcionamiento ineficiente del sistema vial, con frecuentes paradas, arranques y saturación en horas pico.

Lo anterior genera los siguientes procesos ambientales:

• Emisiones continuas de contaminantes atmosféricos, derivadas de:

- Combustión de vehículos a gasolina y diésel
- Tiempos prolongados de circulación y ralentí
- Congestión y baja velocidad promedio

• Degradación progresiva del paisaje urbano, derivada de:

- Saturación visual por exceso de vehículos, señalización y transporte irregular
- Deterioro de infraestructura vial por sobreuso
- Falta de ordenamiento en paraderos y ascenso/descenso de pasajeros
- Acumulación de residuos en vialidades y camellones

• Pérdida gradual de arbolado urbano, asociada a:

- Obras de mantenimiento y ampliación vial sin planeación ambiental
- Compactación del suelo y afectación radicular
- Falta de manejo y reposición del arbolado existente

• Incremento de tiempos de traslado y deterioro de la calidad de vida, como consecuencia de:

- Ineficiencia del sistema de transporte
- Mayor exposición a contaminantes y ruido
- Estrés asociado a la movilidad urbana

Desde el punto de vista ecológico, el sistema permanecería altamente artificializado, sin recuperación de la funcionalidad ambiental ni mejora en la calidad del aire, perpetuando un modelo de movilidad ambientalmente ineficiente.

4.3.2 Pronóstico ambiental con proyecto sin medidas de mitigación

La ejecución del proyecto sin la implementación de medidas de prevención, mitigación y control ambiental generaría impactos adversos acumulativos y potencialmente significativos a escala local, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Entre los principales efectos se identifican:

Impactos potenciales sin mitigación

- Pérdida no controlada de vegetación urbana
- Remoción de individuos arbóreos sin criterios técnicos de rescate o compensación
- Reducción de cobertura vegetal y servicios ambientales (sombra, captura de contaminantes)
- Alteración del paisaje urbano
- Presencia de frentes de obra desordenados
- Acumulación de materiales, maquinaria y residuos
- Deterioro temporal pero severo de la calidad visual
- Deterioro de la calidad del aire
- Generación de material particulado por movimiento de suelo
- Emisiones de maquinaria sin control
- Falta de medidas de riego o supresión de polvo
- Incremento significativo de ruido
- Operación continua de maquinaria pesada
- Ausencia de horarios de control
- Afectación directa a población colindante
- Afectación a suelo y drenaje
- Compactación excesiva del suelo
- Arrastre de sedimentos hacia coladeras
- Posible obstrucción del sistema de drenaje pluvial
- Riesgo de contaminación
- Manejo inadecuado de residuos sólidos y peligrosos
- Posibles derrames de combustibles y aceites
- Descargas irregulares de aguas residuales

Por lo anterior, la implementación de medidas de prevención y mitigación es indispensable para:

- Controlar la magnitud de los impactos
- Evitar efectos acumulativos
- Garantizar el cumplimiento ambiental
- Reducir la afectación social

Sin dichas medidas, el proyecto presentaría impactos negativos moderados a significativos a escala local, aun cuando se desarrolle en un entorno urbano previamente alterado.

4.3.3 Pronóstico ambiental con proyecto y aplicación de medidas de mitigación

Conforme a lo establecido en el artículo 13, fracción VI del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, y considerando la implementación obligatoria, integral y permanente de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental propuestas, se prevé que el proyecto genere efectos ambientales adversos no significativos y plenamente mitigables, así como impactos ambientales positivos netos durante su etapa de operación, a nivel local y regional. El proyecto generará impactos ambientales netos positivos, entre los que destacan:

- Reducción de emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero mediante el uso de transporte eléctrico:

Reducción verificable de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero, derivada de la sustitución parcial del transporte público impulsado por combustibles fósiles por un sistema de transporte eléctrico de alta capacidad, lo que contribuye directamente al cumplimiento de las políticas nacionales y estatales en materia de mitigación del cambio climático y mejora de la calidad del aire.

- Mejora de la calidad del aire regional:

Mejora progresiva de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, asociada a la disminución de emisiones por congestión vehicular, arranques y paradas frecuentes, así como tiempos prolongados de circulación, sin generar fuentes fijas adicionales de contaminación atmosférica durante la etapa de operación.

- Reordenamiento vial y disminución de congestión

Reordenamiento funcional de la vialidad existente y reducción de la presión vehicular, lo cual se traduce en una disminución indirecta de ruido ambiental, emisiones fugitivas y riesgos asociados a la movilidad desordenada, sin inducir cambios de uso de suelo ni expansión urbana no planificada.

- Recuperación y compensación de arbolado urbano.

- el rescate, reubicación y restitución de ejemplares únicamente cuando exista viabilidad técnica y fitosanitaria,
- la compensación ambiental conforme a la normatividad aplicable, y
- la conservación de funciones ambientales equivalentes o superiores a las existentes previo a la ejecución del proyecto.

- Mejora del paisaje urbano mediante infraestructura ordenada y accesible.

Mejora de la calidad visual y funcional del paisaje urbano, derivada de la implantación de infraestructura ordenada, homogénea y compatible con el entorno vial existente, sin introducir elementos discordantes ni alterar la estructura visual dominante del paisaje antropizado.

- Incremento en la seguridad peatonal y accesibilidad universal.

Incremento en la seguridad peatonal y garantía de accesibilidad universal, mediante la incorporación de infraestructura diseñada bajo criterios de movilidad incluyente, reduciendo riesgos a la población usuaria y reforzando el carácter socialmente sustentable del proyecto.

4.3.4 Evaluación de alternativas

Se analizaron alternativas de trazo, diseño y ubicación de estaciones, priorizando:

- Uso de derechos de vía existentes.
- Minimización de afectaciones a la vegetación respetando en la medida de lo posible las jardineras y camellones.
- Evitar cambios de uso de suelo adicionales.
- Reducción de impactos sociales y económicos.

La alternativa seleccionada es la ambientalmente más viable, ya que reduce impactos, optimiza infraestructura existente y maximiza beneficios sociales y ambientales.

5. Anexos. Instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en la MIA.

A continuación, se describen las metodologías empleadas en este estudio.

5.1 Método para delimitar la Región Ecológica (Delimitación del área de estudio).

Criterios para la definición de la RE

De acuerdo a SEMARNAT (2002) un Sistema Ambiental (equivalente a una Región Ecológica) es definido como *el espacio finito determinado con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por uno o varios ecosistemas, y dentro del cual se aplicará un análisis para determinar los impactos, restricciones y potenciales medidas ambientales y de aprovechamiento,* por lo que, para realizar la delimitación de la Región Ecológica del presente proyecto se utilizó el análisis de Topoformas del INEGI como unidad básica de integración (geología, topografía e hidrología).

Se utilizó como herramienta el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGis Pro, aunada a la evaluación mediante la técnica de sobreposición de mapas temáticos e imágenes. Se consideraron las cartas de INEGI en formato digital a escalas de 1:15,000-1:850,000. El procedimiento y los criterios considerados se presentan a continuación:

1. Suelo

Para realizarla caracterización de suelos del RE donde se ubica el proyecto, se hizo la sobreposición de las superficies del RE con la carta de suelos editada por INEGI (2009), escala 1:300,000.

5.2 Caracterización de la Flora y Fauna:

a. **Puntos de Verificación:** Realización de recorridos de campo en 11 puntos específicos a lo largo del trazo situados principalmente sobre la avenida “Canal de Santa Barbara” en dirección sur-norte y sobre la carretera federal México-Puebla en dirección oeste-este, hasta el punto en donde se pretende la construcción de la base y estación de depósito de los autobuses tipo trolebús
b. **Consulta de Listados Normativos:** Comparación de especies encontradas contra la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la IUCN.

2. **Levantamiento de información florística:** Se obtuvo mediante un muestreo sistemático adaptado a condiciones urbanas y periurbanas, priorizando la representatividad de la vegetación presente en espacios lineales y fragmentados. Considerando las limitaciones físicas de los camellones y entronques viales, se optó por sustituir el esquema de cuadrantes concéntricos por un muestreo mediante transectos lineales estratificados. En cada sitio se establecieron transectos de longitud variable (entre 50 y 100 metros, dependiendo de la disponibilidad de área continua de vegetación), sobre los cuales se registraron las especies presentes.

A lo largo de cada transecto, el registro de la vegetación se organizó por estratos, con el objetivo de mantener comparabilidad con metodologías de inventario vegetal, conforme a los siguientes criterios de estratificación:

- **Estrato arbóreo:** se registraron todos los individuos presentes a lo largo del transecto, considerando variables como diámetro a la altura del pecho (DAP), altura aproximada y cobertura de copa. Se reconoce que, en el contexto urbano, muchas de estas especies corresponden a individuos plantados con fines ornamentales o de alineación.

- **Estrato arbustivo:** se incluyeron especies leñosas de menor porte, tanto ornamentales como de crecimiento espontáneo, registrando su presencia y abundancia relativa a lo largo del transecto.

- **Estrato herbáceo:** se caracterizó mediante subunidades de muestreo puntuales (por ejemplo, cuadros de 1 m² colocados sistemáticamente cada cierto intervalo dentro del transecto), enfocándose en especies ruderales y arvenses asociadas a disturbio urbano.

- **Estrato de cactáceas y rosetófilas:** se registraron de manera continua dentro del transecto, incluyendo tanto individuos cultivados como naturalizados (por ejemplo, nopales y magueyes).

  Este enfoque permitió adaptar el levantamiento a la geometría y condiciones reales del entorno urbano, asegurando mayor factibilidad en campo y una mejor representación de la vegetación presente; la identificación de las especies se llevó a cabo mediante el registro y observación de caracteres taxonómicos relevantes y el uso de guías de identificación de flora de entornos urbanos y flora nativa del valle de México, mediante estos registros, se elaboró un catálogo fotográfico de las especies de flora observadas e identificadas en el

que se detallan algunos aspectos de su biología, ecología y distribución.

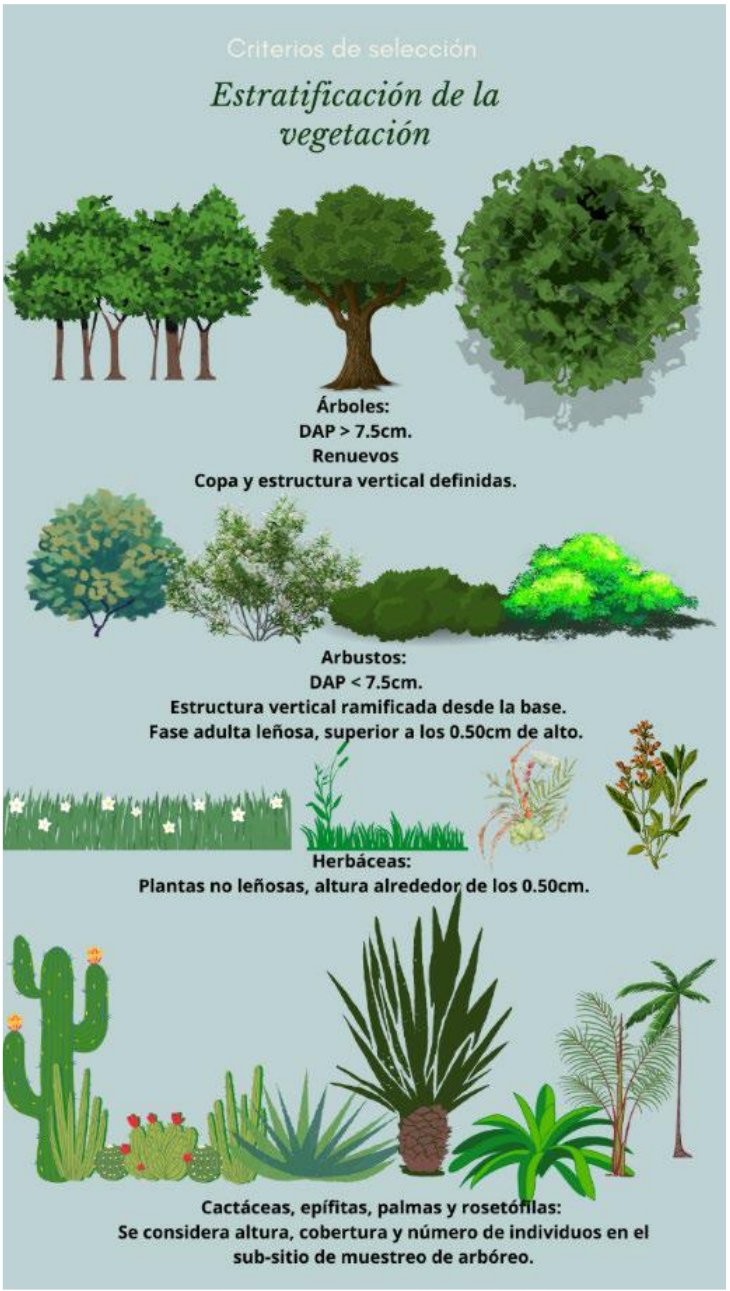


Figura 157. Estratificación de la vegetación

3. **Caracterización de la fauna silvestre**: Se realizó en los 11 puntos de verificación de la flora**.** En cada punto se efectuó un reconocimiento cualitativo de las condiciones ambientales predominantes, así como de las áreas colindantes, considerando su orientación respecto a los cuatro puntos cardinales**,** con el objeto de identificar los elementos del entorno que influyen en la presencia, distribución y actividad de la fauna silvestre**.**

En cada sitio se llevó a cabo el registro de las especies observadas y/o detectadas**,** así como de sus abundancias absolutas**,** mediante la aplicación de la técnica de conteo por puntos fijos, conforme a metodologías ampliamente utilizadas en estudios de impacto ambiental. Cada punto contó con un radio de observación aproximado de 50 m y un tiempo de muestreo de aproximadamente de 20 minutos, durante el cual se registró la actividad faunística detectable de manera directa.

La aplicación de esta metodología permitió identificar las especies presentes, así como evaluar de manera preliminar las condiciones del hábitat y los factores que pueden favorecer o limitar la presencia de fauna silvestre dentro del área del proyecto, información que sirve de base para el análisis de impactos ambientales y la definición de medidas de prevención y mitigación.

Esta información fue utilizada para elaborar la base de datos que sirvieron para el análisis de la composición, la estructura de las comunidades faunísticas y el listado general de especies. Siempre que fue posible, las especies fueron fotografiadas con cámaras profesionales Nikon P-900® como se muestra en la siguiente Figura, esto se debió a que algunos ejemplares, por sus hábitos o su propia biología criptica solían avistarse de manera fugaz o fortuita. La determinación fue corroborada mediante el uso de guías de identificación (Del Olmo, 2013).

5.2.1 Metodología de Análisis de datos

Existen distintos métodos para determinar la diversidad en función de las variables biológicas, estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de índices, los cuales, según Bolfor (2000), normalmente se aplican dentro de las formas de vida o dentro de estratos.

Para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, se llevó a cabo la separación de los componentes en *alfa* y *gamma* (Whittaker, 1972). La diversidad *alfa* es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea y la diversidad *gamma* es la riqueza

de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades *alfa* como de las diversidades *gamma* (Whittaker, 1972).

Con base en lo anterior, para este estudio fue necesario analizar las comunidades biológicas en términos de su diversidad y estructura, para lo cual se calcularon diversos índices ecológicos. Dichos índices se obtuvieron mediante el uso del software Past versión 4.0, el cual utiliza fórmulas clásicas programadas en su algoritmo:

- Índice de Shannon-Wiener

Este es un índice de diversidad, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Toma valores entre 0 cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando se trata de comunidades altamente diversas, cuando todas las especies están bien representadas por el mismo número de individuos tendiendo hacia 5 cuanto se trata de comunidades mega diversas.

Se calcula mediante la siguiente ecuación (Moreno, 2001).

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi \operatorname{Ln} pi$$

Donde:

pi = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa por especie), definida por la ecuación ni/N; donde ni=número de individuos de la especie i y

N=número de individuos de todas las especies.

Ln = Logaritmo natural

- Índice de Riqueza de Margalef (Mg)

Esta es una medida utilizada para estimar la biodiversidad en términos de riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, en la cual, a mayor valor, mayor riqueza; toma valores de cero cuando hay una sola especie y varía con el tamaño de la muestra, aunque de forma no predecible (Moreno, 2001). La fórmula es:

$$\mathrm{Mg} = \frac{(S-1)}{\mathrm{LogN}}$$

Dónde:

S = Número de especies

N = Número de individuos

- Índice de Equitabilidad

El índice de equitatividad mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, que tan uniforme es un ecosistema (BOLFOR, 2000) y se calcula de la siguiente forma:

$$J' = \frac{H'}{Ln\,(S)}$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

S = Número total de especies.

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

- Índice de Dominancia de Simpson (D)

La Dominancia de Simpson (D) es un índice ecológico que mide la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar de una comunidad sean de la misma especie; un valor alto de D (cercano a 1) indica alta dominancia y baja diversidad, mientras que un valor bajo (cercano a 0) sugiere mayor diversidad y equitatividad, su fórmula se expresa como:

$$D = \sum_{i}^{S} (pi)$$

Donde:

pi= Proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos en la muestra.

- Índice de Valor de Importancia IVI (Solo para vegetación)

El índice de valor de importancia ecológica de cada especie se obtiene mediante la suma de los parámetros de la estructura horizontal, sumando sus valores de densidad, dominancia y frecuencia, lo cual nos proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad de estudio, varía de 0 a 300, mientras sea mayor el valor obtenido, mayor será la influencia de esa especie en el ecosistema (Franco *et al.*, 1989), así pues, la formula usada fue:

$$IVI = DENSIDAD\ RELATIVA + FRECUENCIA\ RELATIVA + DOMINANCIA\ RELATIVA$$

La densidad relativa y frecuencia relativa se calcularon de acuerdo con Zarco, *et al.* (2010) de la siguiente manera:

- **D_R** = Densidad relativa: Densidad de una especie referida a la densidad total de todas las especies del área multiplicada por 100.
- **Densidad** = Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.
- **F_R** = Frecuencia relativa: Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies multiplicada por 100.
- **Frecuencia** = Número de muestras en las que se encuentra una especie.
- **Do_R** = Dominancia relativa: Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies multiplicada por 100.
- **Dominancia** = Es la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.

4. **Análisis Socioeconómico:** Método cuantitativo basado en la explotación de bases de datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

5.3 Evaluación de impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, que se estima se generarán por el desarrollo de las actividades del presente proyecto, se utilizará la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vítora (2010).

La valoración cuantitativa del impacto ambiental incluye la transformación de medidas de impactos a valores conmensurables de calidad ambiental, para posteriormente hacer una suma ponderada de ellos y así obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las actividades con potencial impacto (agentes de cambio) y los factores ambientales que potencialmente serían impactados por dichas actividades, se crearán las matrices de interacción de ambos (las actividades y los factores), que permitirán obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

5.4 Metodología de evaluación del paisaje

La evaluación del componente paisaje se realizó mediante un enfoque integrado de análisis cualitativo–cuantitativo, considerando los lineamientos de la ecología del paisaje y criterios comúnmente empleados en evaluaciones de impacto ambiental en México (SEMARNAT), así como metodologías de valoración escénica y funcional del territorio.

f) Delimitación de la unidad de análisis

Se definió como unidad de paisaje el corredor vial del trazo del proyecto y su zona de influencia visual inmediata (aproximadamente 500 m a ambos lados), considerando su coherencia funcional, continuidad urbana y homogeneidad en su configuración territorial.

g) Identificación de componentes del paisaje

Se analizaron tres subsistemas:

- Medio abiótico: relieve, geomorfología, estabilidad del terreno.
- Medio biótico: cobertura vegetal, tipo de vegetación, presencia de remanentes naturales.
- Medio antrópico: infraestructura, uso de suelo, densidad urbana, elementos construidos.

h) Selección de indicadores

Para determinar la condición actual del paisaje se emplearon los siguientes indicadores:

Tabla 78. Indicadores para determinar la condición del paisaje.

Indicador	Descripción	Criterio de evaluación
Calidad paisajística	Valor escénico y naturalidad del paisaje	Alta / Media / Baja
Grado de perturbación	Nivel de modificación antrópica	Bajo / Medio / Alto
Integridad ecológica	Conservación de procesos ecológicos	Alta / Media / Baja
Fragmentación	Discontinuidad del territorio	Baja / Media / Alta
Fragilidad visual	Sensibilidad a cambios perceptuales	Baja / Media / Alta
Visibilidad	Exposición a observadores	Baja / Media / Alta

i) Técnicas de análisis

La evaluación se realizó mediante:

- Recorridos de campo para reconocimiento visual del paisaje
- Análisis cartográfico y de uso de suelo (INEGI y cartografía urbana)
- Interpretación de imágenes satelitales
- Revisión de Atlas de Riesgos (CENAPRED y niveles estatal/municipal)
- Evaluación experta basada en criterios técnicos

j) Sistema de valoración

Se utilizó una escala cualitativa jerarquizada:

- Alta: predominio de condiciones naturales o alto valor escénico
- Media: equilibrio entre elementos naturales y antrópicos
- Baja: dominio de elementos artificiales y pérdida de naturalidad

5.5 Identificación de los impactos.

Indicadores de impactos ambientales. Una característica fundamental en la identificación de los indicadores ambientales presentes en el área del proyecto, lo cual permite realizar un diagnóstico acertado del ambiente físico, biológico y socioeconómico en donde se desarrollará.

Los indicadores de impacto ambiental son las propiedades de algún elemento o factor ambiental que pueden ser medidas cualitativamente y/o cuantitativamente respecto del nivel de cambio de su estado natural derivado de la influencia directa o indirecta de un agente de cambio.

La identificación de los indicadores de impacto ambiental para el presente proyecto se realizó con base a los siguientes criterios de identificación:

- Representatividad: Se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.
- Relevancia: La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyente: No existe una superposición entre los distintos indicadores.
- Cuantificable: Medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- Fácil identificación: Definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

Los indicadores de impacto identificados para el presente proyecto se enlistan a continuación:

Tabla 79. Factores ambientales considerados para el presente proyecto.

Tipo de Factor	Factor	No.	Indicador
Abiótico	Clima	1	Temperatura
		2	Precipitación
		3	Vientos
	Geología y geomorfología	4	Pendientes
		5	Topoformas

Tipo de Factor	Factor	No.	Indicador
	Edafología	6	Erosión
		7	Calidad del suelo
	Hidrología superficial	8	Calidad del agua
		9	Escurrimientos
	Hidrología subterránea	10	Recarga de acuíferos
		11	Dirección del flujo
	Atmósfera	12	Calidad del aire y partículas suspendidas
		13	Confort sonoro
Biótico	Flora	14	Composición (abundancia y diversidad)
		15	Continuidad en unidades de vegetación
		16	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Fauna	17	Composición (abundancia y diversidad)
		18	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010
		19	Modificación de hábitat
Perceptual	Paisaje	20	Valor paisajístico
Social	Infraestructura	21	Servicios e infraestructura para la población
	Capacitación	22	Concientización ambiental
Económico	Medio económico	23	Desarrollo económico

Por otro lado, el término “Agente de Cambio” lo definimos como cualquier actividad que se desarrolle y cause un cambio del estado natural de algún o algunos de los elementos que conforman los componentes bióticos y abióticos de la Región Ecológica en el que incide. En la siguiente tabla se enlistan las etapas y actividades que forman parte del presente proyecto:

Tabla 80. Actividades consideradas para el presente proyecto.

Etapa	Actividad	
Preparación del sitio	Obra inducida	
	Corte con sierra en pavimento y/o asfalto	
	Demolición de pavimento y concreto	
	Trazo y nivelación	
	Despalme	
	Tala, poda y retiro de árboles	
	Excavación	
	Desmonte	
	Carga y acarreo de material	
Construcción	Viaducto Elevado	Cimentación profunda
		Cimentación superficial
		Cimbra en superestructura
		Colocación de columnas
		Colocación de cabezales
		Colocación de trabes
		Colocación de losa de compresión
		Colocación de ductería para instalaciones

Etapa	Actividad	
		Colocación de acero structural
		Colocación de concreto
		Colocación de señalamiento vial
		Colocación de bancos, topes y pantalla
	Carril confinado	Mejoramiento del terreno subrasante
		Construcción de base hidráulica
		Colocación de juntas de dilatación
		Colocación de concreto Mr-45
		Colocación de delimitadores
		Colocación de señalamiento
		Colocación de ductería para instalaciones
	Estaciones	Colocación de concreto
		Colocación de cimbra

Etapa	Actividad	
		Colocación de concreto hidráulico
		Colocación de juntas de dilatación
		Colocación de rellenos para desplante de cimentación superficial
		Aplicación de sistema impermeable
		Habilitado de acero de refuerzo
		Colocación de piso de mármol
		Fabricación de estructura metálica
		Montaje de estructura metálica
		Montaje de techumbres
		Montaje de fachadas
		Colocación de ductería para instalaciones
		Colocación de señalamiento

Etapa	Actividad	
		Rehabilitación de pavimento
		Colocación de delimitadores
		Colocación de señalamiento
	Paradero Zona San Buenaventura	Colocación de parapeto y guarnición
		Montaje de postes, catenaria y accesorios
		Colocación de muro de acceso
		Colocación de señalamiento vial
	Paradero y Cetram	Mejoramiento de terreno
		Construcción de bahías
		Colocación de señalamiento
		Colocación de concreto
		Construcción de juntas de dilatación
		Colocación de señalamiento

Etapa	Actividad	
		Demolición de elementos de concreto
		Colocación de losa de cimentación
		Colocación de acero en trabes, cabezales, columnas y ménsulas
		Colocación de losa de compresión de concreto
		Colocación de parapeto metálico
	Obra Electromecánica	Instalación de catenaria
		Cimentación de postes
		Montaje de postes, catenaria y accesorios
		Montaje de subestaciones de rectificación
		Colocación de señalamiento
	Adecuación de gasas en la estación Constitución de 1917	
Operación	Traslado de pasajeros	
	Operación de las instalaciones	

5.6 Criterios de evaluación.

El procedimiento para la evaluación del impacto ambiental elaborado por Conesa Fernández (1997) consiste en la elaboración de una matriz en donde las actividades a realizarse para el desarrollo del proyecto se colocan en el eje horizontal (filas) de la matriz y en el eje vertical (columnas) se ubican los atributos de los diferentes factores ambientales que se encontraron presentes en el área del proyecto.

En la matriz de Conesa, cada celda de interacción entre factor ambiental y actividad del proyecto se coloca la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial plasmado en el cuadro siguiente, a los que se añade uno más que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de los once primeros símbolos anteriores.

Para la caracterización de los impactos se han empleado los criterios siguientes.

- **Naturaleza (NA):** refiere al efecto benéfico (+) o perjudicial (-) de las diferentes actividades que van a impactar sobre los factores considerados.
- **Intensidad (I):** representa el grado de incidencia de la actividad sobre el factor específico en que actúa, siendo una afectación mínima o afectación total del facto.
- **Extensión (EX):** refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales, pudiendo ser un impacto puntual o total.
- **Momento (MO):** refiere al periodo entre la actividad y comienzo del efecto sobre el factor ambiental, puede expresarse en unidades de tiempo, cortó plazo, medio plazo y el largo plazo.
- **Persistencia (PE):** tiempo de permanencia del efecto desde su aparición, puede expresarse en unidades de tiempo, siendo temporal (pudiendo ser reversibles o recuperables) o permanente (en su caso son irreversibles o irrecuperables).
- **Reversibilidad (RV):** Posibilidad que la alteración pueda ser asimilada por el entorno de forma medible a corto, mediano o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales.

- **Sinergia (SI):** contempla la unión dos o más efectos, los cuales generaran efectos sucesivos intensificando el impacto, cuando este disminuyen en lugar aumentar su valoración es negativa.
- **Efecto (EF):** manifestación sobre el factor como consecuencia de una actividad negativo o positivo.
- **Acumulación (AC):** este criterio da incremento de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la actividad que lo genera.
- **Relación Causa-Efecto (EF):** puede ser directa si la actividad misma que origina el efecto e indirecta si es otro efecto el que lo origina.
- **Recuperabilidad (MC):** es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado por medio de la intervención humana.
- **Periodicidad (PR):** es la regularidad de manifestación del efecto, pudiendo se periódico, continuo o irregular.

De estos once símbolos, el primero corresponde al signo o naturaleza de este (positivo o negativo), reflejando los diez siguientes, los atributos que caracterizan dicho efecto o interacción.

Tabla 81. Indicadores de cuantificación de impactos.

Naturaleza (NA)		Intensidad (I)	
(+) Beneficioso (-) Perjudicial	+1 -1	(B) Baja. (M) Media. (A) Alta. (MA) Muy Alta (T) Total	1 2 4 8 12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
(Pu) Puntual. **(Pa) Parcial.** **(E) Extenso.** **(T) Total.**	1 2 4 8	(L) Largo plazo. (M) Mediano Plazo. (I) Inmediato. (C) Crítico (2)	1 2 4 +4
(C) Crítico (1)	+4		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
(F) Fugaz. **(T) Temporal.** **(P) Permanente.**	1 2 4	(C) Corto plazo. (M) Mediano plazo. (I) Irreversible	1 2 4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
(SS) Sin sinérgico **(S) Sinérgico** **(MS) Muy sinérgico**	1 2 4	(S) Simple. (A) Acumulativo	1 4
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
(I) Indirecto (secundario) (D) Directo (primario)	1 4	(I) Irregular. (P) Periódica. (C) Continua	1 2 4
Recuperabilidad (MC)		Importancia (I)	
(In) Inmediato (MP) Mediano plazo (M) Mitigable. **(I) Irrecuperable**	1 2 4 8	Irrelevante Moderado Severo Crítico	1 2 4 +4

La importancia del impacto en esta técnica es la estimación mediante la cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función del grado de incidencia o intensidad de una alteración producida; así como la caracterización del efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

5.7 Criterios de Evaluación de Matriz de Importancia.

Los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz de impactos, estarán ocupados por criterios de valoración correspondiente a once características a evaluar en la matriz de impactos, mismas que se describen a continuación:

a) Signo: Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

b) Intensidad (I) Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, el ámbito específico que actúa. El índice de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

c) Extensión (EX) Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

En el caso de que el efecto, se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Si además de crítico, el efecto es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa a la operación o proceso de la actividad que da lugar al efecto, anulando la causa que lo produce.

d) Momento (MO) El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t0) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado.

Así pues, cuando el tiempo trascurrido sea nulo, el momento será Inmediato; si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de uno a cinco años, Mediano Plazo (2); si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo, con valor asignado (1).

Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto,

cabría atribuirle un valor cuatro unidades por encima de las especificadas.

e) Persistencia (PE) Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4)

f) Reversibilidad (RV) Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida; es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es Irreversible le asignamos un valor (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son idénticos a los asignados en el parámetro anterior.

g) Recuperabilidad (MC) Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la actividad acometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) si lo es de manera inmediata, o (2) si lo es a mediano plazo; si la recuperación es parcial y el efecto es mitigable, toma el valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

h) Sinergia (SI) Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a lo que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

i) Acumulación (AC) Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

j) Efecto (EF) Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.

Este término toma el valor 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 será cuando sea directo.

K) Periodicidad (PR) La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se le asigna un valor (4), a los periódicos (2), y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

L) Importancia del Impacto (I) Ya se ha apuntado que la importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental no debe confundirse con la importancia del factor ambiental considerados.

$$I=+- [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100.

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100, tanto para los impactos positivos como para los negativos. Para la categorización cualitativa de su intensidad con relación a los resultados cuantitativos se puede utilizar los siguientes intervalos.

Tabla 82. Intervalos de categorización cualitativa de intensidad con relación a los resultados cuantitativos

Calificación	Rango de valores	Color
Positivo (+)	> 13	
Compatibles (-)	-13 ≥ -25	
Moderados (-)	-26 ≥ -50	
Severos (-)	-51 ≥ -75	
Críticos (-)	< -75	

En el caso de los impactos irrelevantes o compatibles, no es necesario aplicar medidas.

Los impactos presentan valores intermedios (entre 40 y 609) cuando se ve alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afección mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles.

Los impactos moderados presentan una importancia entre 26 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 51 y 75 y críticos cuando el valor sea superior al 76. (Conesa, 1997)

De esta manera se generó la Matriz de Importancia de Conesa para el proyecto, en la cual se da una valoración de importancia a los impactos por las interacciones

señaladas entre las actividades del proyecto con los atributos de los subcomponentes.

6. Literatura Consultada

- Bolfor; Mostacedo B.; Fredericksen T S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia
- Coatepec, Ixtapaluca, Estado de México". Tesis de Maestría. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Comisión Nacional Forestal. (2015). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Procedimiento de muestreo. Guadalajara, Jal.: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).
- Del Olmo Linares Gerardo. Aves Comunes de la Ciudad de México. 2013, Segunda Edición. Bruja de Monte.
- Franco, J., De la Cruz, J., Cruz, G., Rocha, R., Navarrete, S., Flores, M. y Bedina, S. (1989). Manual de ecología. México: Trillas
- INEGI. 2010. Compendio de información geográfica. Ixtapaluca, Estado de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- Millán-Aguilar E. "Análisis del cambio de la cobertura y del uso del suelo"
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol. I). Zaragoza, España: M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación
- WHITTAKER, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon,

Listado de anexos.

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0001-S00.pdf	Planos Arquitectonicos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0002-S00.dwg	Planos Arquitectonicos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0003-S00.pdf	Planos Arquitectonicos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0004-S00.dwg	Planos Arquitectonicos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0005-S00.pdf	Planos Arquitectonicos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0006-S00.dwg	Planos Arquitectonicos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0007-S00.pdf	Planos Arquitectonicos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0008-S00.dwg	Planos Arquitectonicos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0009-S00.pdf	Planos Acabados	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0010-S00.dwg	Planos Acabados	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0011-S00.pdf	Planos Acabados	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0012-S00.dwg	Planos Acabados	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0013-S00.pdf	Planos Acabados	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0014-S00.dwg	Planos Acabados	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0015-S00.pdf	Planos Acabados	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0016-S00.dwg	Planos Acabados	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0017-S00.pdf	Planos Acabados	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0018-S00.dwg	Planos Acabados	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0019-S00.pdf	Planos Acabados	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0020-S00.dwg	Planos Acabados	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0021-S00.pdf	Planos Albañileria	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0022-S00.dwg	Planos Albañileria	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0023-S00.pdf	Planos Albañileria	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0024-S00.dwg	Planos Albañileria	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0025-S00.pdf	Planos Albañileria	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0026-S00.dwg	Planos Albañileria	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0027-S00.pdf	Planos Herrerías	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0028-S00.dwg	Planos Herrerías	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0029-S00.pdf	Planos Herrerías	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0030-S00.dwg	Planos Herrerías	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0031-S00.pdf	Planos Herrerías	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0032-S00.dwg	Planos Herrerías	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0033-S00.pdf	Planos Herrerías	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0034-S00.dwg	Planos Herrerías	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0035-S00.pdf	Planos Herrerías	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0036-S00.dwg	Planos Herrerías	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0037-S00.pdf	Planos Herrerías	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0038-S00.dwg	Planos CXF	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0039-S00.pdf	Planos CXF	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0040-S00.dwg	Planos CXF	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0041-S00.pdf	Planos CXF	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0042-S00.dwg	Planos CXF	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0043-S00.pdf	Planos CXF	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0044-S00.dwg	Planos CXF	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0045-S00.pdf	Planos CXF	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0046-S00.dwg	Planos CXF	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0047-S00.pdf	Planos CXF	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0048-S00.bak	Detalles Constructivos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0049-S00.dwg	Detalles Constructivos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0050-S00.pdf	Detalles Constructivos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0051-S00.bak	Detalles Constructivos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0052-S00.dwg	Señaletica	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0053-S00.pdf	Señaletica	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0054-S00.bak	Señaletica	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0055-S00.dwg	Señaletica	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0056-S00.pdf	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0057-S00.dwg	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0058-S00.pdf	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0059-S00.dwg	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0060-S00.pdf	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0061-S00.dwg	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0062-S00.pdf	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0063-S00.dwg	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0064-S00.pdf	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0065-S00.dwg	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0066-S00.pdf	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0067-S00.dwg	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0068-S00.pdf	Planos Arquitectonicos Tlapacoya	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0069-S00.docx	Estructuras	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0070-S00.pdf	Estudios geotécnico cimentación estaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0071-S00.pdf	Estudios geotécnico cimentación estaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0072-S00.pdf	Estudios geotécnico cimentación estaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0073-S00.pdf	Estudios geotécnico cimentación estaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0074-S00.pdf	Estudios geotécnico cimentación estaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0075-S00.docx	Estudios geotécnico cimentación estaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0076-S00.pdf	Estudios geotécnico cimentación estaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0077-S00.dwg	Estudios geotécnico cimentación estaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0078-S00.pdf	Estudios geotécnico cimentación estaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0079-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0080-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0081-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0082-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0083-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0084-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0085-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0086-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0087-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0088-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0089-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0090-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0091-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0092-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0093-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0094-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0095-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0096-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0097-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0098-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0099-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0100-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0101-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0102-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0103-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0104-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0105-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0106-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0107-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0108-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0109-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0110-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0111-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0112-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0113-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0114-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0115-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0116-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0117-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0118-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0119-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0120-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0121-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0122-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0123-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0124-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0125-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0126-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0127-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0128-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0129-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0130-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0131-S00.docx	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0132-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0133-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0134-S00.dwg	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0135-S00.pdf	Estudio geotécnico viaducto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0136-S00.docx	Informe Geológico	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0137-S00.pdf	Informe Geológico	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0138-S00.xlsx	Informe Geológico	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0139-S00.docx	Informe Geológico	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0140-S00.pdf	Informe Geológico	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0141-S00.docx	Estudios Hidrologicos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0142-S00.pdf	Estudios Hidrologicos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0143-S00.docx	Estudios Hidrologicos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0144-S00.pdf	Estudios Hidrologicos	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0145-S00.xlsx	Calculos agua y residuos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0146-S00.docx	Informes de Estudio de tránsito	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0147-S00.pdf	Informes de Estudio de tránsito	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0148-S00.docx	Informes de Estudio de tránsito	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0149-S00.pdf	Informes de Estudio de tránsito	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0150-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0151-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0152-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0153-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0154-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0155-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0156-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0157-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0158-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0159-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0160-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0161-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0162-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0163-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0164-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0165-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0166-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0167-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0168-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0169-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0170-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0171-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0172-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0173-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0174-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0175-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0176-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0177-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0178-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0179-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0180-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0181-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0182-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0183-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0184-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0185-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0186-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0187-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0188-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0189-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0190-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0191-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0192-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0193-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0194-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0195-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0196-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0197-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0198-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0199-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0200-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0201-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0202-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0203-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0204-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0205-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0206-S00.dwg	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0207-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0208-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0209-S00.pdf	Instalaciones ELE	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0210-S00.docx	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0211-S00.pdf	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0212-S00.dwg	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0213-S00.pdf	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0214-S00.dwg	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0215-S00.pdf	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0216-S00.dwg	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0217-S00.pdf	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0218-S00.dwg	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0219-S00.pdf	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0220-S00.dwg	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0221-S00.pdf	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0222-S00.dwg	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0223-S00.pdf	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0224-S00.dwg	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0225-S00.pdf	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0226-S00.dwg	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0227-S00.pdf	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0228-S00.dwg	INSTALACIONES ESP	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0229-S00.pdf	INSTALACIONES ESP	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0230-S00.docx	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0231-S00.pdf	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0232-S00.dwg	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0233-S00.pdf	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0234-S00.dwg	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0235-S00.pdf	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0236-S00.dwg	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0237-S00.pdf	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0238-S00.dwg	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0239-S00.pdf	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0240-S00.dwg	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0241-S00.pdf	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0242-S00.dwg	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0243-S00.pdf	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0244-S00.dwg	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0245-S00.pdf	INSTALACIONES HVAC	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0246-S00.docx	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0247-S00.pdf	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0248-S00.dwg	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0249-S00.pdf	INSTALACIONES IHS	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0250-S00.dwg	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0251-S00.pdf	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0252-S00.dwg	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0253-S00.pdf	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0254-S00.dwg	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0255-S00.pdf	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0256-S00.dwg	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0257-S00.pdf	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0258-S00.dwg	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0259-S00.pdf	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0260-S00.dwg	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0261-S00.pdf	INSTALACIONES IHS	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0262-S00.docx	INSTALACIONES PCI	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0263-S00.pdf	INSTALACIONES PCI	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0264-S00.dwg	INSTALACIONES PCI	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0265-S00.pdf	INSTALACIONES PCI	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0266-S00.dwg	INSTALACIONES PCI	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0267-S00.pdf	INSTALACIONES PCI	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0268-S00.docx	Procedimientos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0269-S00.pdf	Procedimientos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0270-S00.xlsx	Programa actividades	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0271-S00.pdf	Programa actividades	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0272-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0273-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0274-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0275-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0276-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0277-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0278-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0279-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0280-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0281-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0282-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0283-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0284-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0285-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0286-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0287-S00.dwg	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0288-S00.dwg	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0289-S00.dwg	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0290-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0291-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0292-S00.pdf	Topografía	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0293-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0294-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0295-S00.pdf	Topografía	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0296-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0297-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0298-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0299-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0300-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0301-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0302-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0303-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0304-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0305-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0306-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0307-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0308-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0309-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0310-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0311-S00.jpg	Mapa municipal	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0312-S00.docx	Componentes bioticos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0313-S00.pdf	Componentes bioticos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0314-S00.pdf	Componentes bioticos	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0315-S00.jpg	Componentes bioticos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0316-S00.jpg	Componentes bioticos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0317-S00.jpg	Mapas abióticos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0318-S00.jpg	Mapas abióticos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0319-S00.jpg	Mapas abióticos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0320-S00.jpg	Mapas abióticos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0321-S00.jpg	Mapas abióticos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0322-S00.jpg	Mapas abióticos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0323-S00.jpg	Mapas abióticos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0324-S00.docx	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0325-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0326-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0327-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0328-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0329-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0330-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0331-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0332-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0333-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0334-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0335-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0336-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0337-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0338-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0339-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0340-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0341-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0342-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0343-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0344-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0345-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0346-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0347-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0348-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0349-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0350-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0351-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0352-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0353-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0354-S00.jpg	Mapa cambio climático	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0355-S00.jpg	Delimitaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0356-S00.jpg	Delimitaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0357-S00.jpg	Delimitaciones	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0358-S00.cpg	Poligonos proyecto	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0359-S00.dbf	Poligonos proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0360-S00.prj	Poligonos proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0361-S00.sbn	Poligonos proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0362-S00.sbx	Poligonos proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0363-S00.shp	Poligonos proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0364-S00.xml	Poligonos proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0365-S00.shx	Poligonos proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0366-S00.kmz	Poligonos proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0367-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0368-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0369-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0370-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0371-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0372-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0373-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0374-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0375-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0376-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0377-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0378-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0379-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0380-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0381-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0382-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0383-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0384-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0385-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0386-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0387-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0388-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0389-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0390-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0391-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0392-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0393-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0394-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0395-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0396-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0397-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0398-S00.csv	Tablas coordenadas proyecto	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0399-S00.cpg	Poligonos incidencia canales	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0400-S00.dbf	Poligonos incidencia canales	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0401-S00.prj	Poligonos incidencia canales	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0402-S00.sbn	Poligonos incidencia canales	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0403-S00.sbx	Poligonos incidencia canales	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0404-S00.shp	Poligonos incidencia canales	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0405-S00.xml	Poligonos incidencia canales	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0406-S00.shx	Poligonos incidencia canales	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0407-S00.kmz	Poligonos incidencia canales	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0408-S00.csv	Tablas coordenadas Incidencias	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0409-S00.csv	Tablas coordenadas Incidencias	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0410-S00.csv	Tablas coordenadas Incidencias	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0411-S00.jpg	Poligono carril confinado	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0412-S00.jpg	Poligono carril confinado	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0413-S00.jpg	Poligono carril confinado	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0414-S00.jpg	Poligono carril confinado	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0415-S00.jpg	Poligono carril confinado	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0416-S00.jpg	Poligono carril confinado	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0417-S00.jpg	Poligono carril confinado	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0418-S00.jpg	Estaciones y predio	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0419-S00.jpg	Estaciones y predio	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0420-S00.jpg	Estaciones y predio	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0421-S00.jpg	Estaciones y predio	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0422-S00.jpg	Estaciones y predio	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0423-S00.jpg	Estaciones y predio	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0424-S00.jpg	Estaciones y predio	24/07/2026

TÍTULO EN EL DOCUMENTO	CARPETA	FECHA
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0425-S00.xlsx	Matriz de impactos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0426-S00.pdf	Matriz de impactos	24/07/2026
IX-T00-CICA-02-V00-ANE-MA-0427-S00.xlsx	Valoración costos medidas	24/07/2026

Documento	Memoria descriptiva arquitectónica	
Proyecto	**Estación Tlapacoya – Trolebús Ixtapaluca**	
Código	IX-T01-CICA-02-E02-MEM-AR-0001-S00.docx	
Autores:	Firma:	KAG
	Fecha:	29/06/26
Verificado	Firma:	SG2
	Fecha:	29/05/26
Destinatario	ATTRAPI	
Notas		
Confidencialidad	Información confidencial	

Tabla de contenido

MEMORIA DESCRIPTIVA ARQUITECTÓNICA 4

1. INTRODUCCIÓN 4

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO 4

2.1. Nombre del proyecto 4

2.2. Ubicación 4

2.3. Tramo 5

3. ANTECEDENTES 5

4. OBJETIVO DEL PROYECTO 5

5. NORMATIVA 5

6. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO 6

7. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO 7

8. ANÁLISIS FUNCIONAL Y OPERATIVO 7

8.1. Configuración general 7

8.2. Funcionamiento de la estación 8

8.3. Flujo de Usuarios 8

9. ANÁLISIS DE DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPACIOS Y CRITERIOS DE SEGURIDAD 9

9.1. Dimensionamiento de andenes y circulaciones 9

9.2. Accesibilidad Universal 11

9.3. Seguridad y evacuación 11

9.4. Distancias de evacuación 12

9.5. Dimensionamiento de puertas de emergencia 13

10. RELACIÓN DE SUPERFICIES DE CONSTRUCCIÓN. 14

11. PROPUESTA FORMAL 14

11.1. Acabados 14

11.1.1. Muros 15

11.1.2. Pisos 16

11.1.3. Cubiertas 17

11.1.4. Fachadas 17

11.2. Alturas 18

11.2.1. Integración del Sistema de Catenaria 19
11.2.2. Relación con la Cubierta Arquitectónica 20
11.3. Modulación Estructural. 20

MEMORIA DESCRIPTIVA ARQUITECTÓNICA

Estación Tlapacoya – Trolebús Ixtapaluca

1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria descriptiva arquitectónica establece los criterios y lineamientos que rigen el desarrollo de la estación Tlapacoya, correspondiente al proyecto integral para la construcción del corredor con autobuses de alta capacidad tipo trolebús en Ixtapaluca, Estado de México. El proyecto se concibe como un sistema integral en el que la arquitectura, la operación del transporte, la infraestructura vial y el sistema eléctrico de catenaria se desarrollan de manera coordinada desde su origen, permitiendo generar estaciones funcionales, seguras, accesibles y reconocibles dentro del entorno urbano.

Las decisiones de diseño, particularmente en términos de configuración espacial, materialidad, alturas, dimensiones y sistemas constructivos, derivan de requerimientos técnicos, normativos y operativos orientados a garantizar la viabilidad del proyecto, la seguridad de los usuarios y el correcto funcionamiento del sistema de transporte.

Asimismo, el desarrollo arquitectónico se coordina con las distintas disciplinas involucradas en el proyecto, incluyendo estructura, instalaciones, vías y sistema de catenaria, con el objetivo de asegurar la integración adecuada entre arquitectura e ingenierías, evitando interferencias y garantizando la correcta ejecución del proyecto en su conjunto.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

2.1. Nombre del proyecto

PROYECTO ARQUITECTÓNICO DE ESTACIONES DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO -

2.2. Ubicación

Carretera México – Puebla, Municipio de Ixtapaluca, Estado de México.

2.3. Tramo

3. ANTECEDENTES

Para el desarrollo del presente proyecto se toma como referencia la información y documentación proporcionada por el cliente, así como los criterios técnicos y operativos definidos para el corredor de trolebús.

La documentación base considerada corresponde a:

- ANEXO 2 - UBICACIÓN
- ANEXO 4 – TÉRMINOS DE REFERENCIA
- ANEXO 5 – DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS
- ANEXO 6 – CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

Asimismo, se consideran los estudios de demanda compartidos por la dependencia (Resumen resultados_trole_Ixtapaluca.pptx), proyecto de trazo y configuración vial correspondientes al corredor y al entorno inmediato de la estación.

4. OBJETIVO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto desarrollar la propuesta arquitectónica de la estación Tlapacoya correspondiente al corredor de trolebús Ixtapaluca, considerando criterios de funcionalidad operativa, accesibilidad universal, seguridad humana, integración urbana y compatibilidad con la infraestructura eléctrica y vial del sistema.

La propuesta busca generar una estación eficiente, segura y reconocible dentro del corredor, capaz de responder a la demanda estimada de usuarios y a las condiciones específicas del emplazamiento, garantizando una adecuada relación entre arquitectura, operación del transporte y sistemas de infraestructura asociados.

Asimismo, el proyecto considera la integración coordinada con las distintas disciplinas involucradas, incluyendo estructura, instalaciones, vías y sistema de catenaria, con el objetivo de asegurar la viabilidad técnica y constructiva de la estación.

5. NORMATIVA

Para el desarrollo del proyecto arquitectónico de la estación se consideraron criterios normativos enfocados en accesibilidad universal, seguridad humana, evacuación, dimensionamiento de circulaciones y funcionalidad de espacios de uso público, tomando como referencia reglamentos, normas y lineamientos nacionales e internacionales aplicables a infraestructura de transporte, los cuales son:

- Reglamento de construcciones para la Ciudad de México.

- Normas técnicas complementarias del reglamento de construcciones para la Ciudad de México 2023.
- NFPA 130 — Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems.
- NFPA 101 — Life Safety Code.
- NOM-004-SEDATU-2023, Estructura y diseño de vías urbanas.
- NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil.
- Manual de integración gráfica y visual para el transporte integrado de transporte
- NMX-R-050-SCFI-2006-Accesibilidad a espacios público para personas con discapacidad
- Ley General de Movilidad y Seguridad Vial.
- Plan y programas parciales de desarrollo Urbano de Ixtapaluca
- Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad
- Guía para la Infraestructura Segura en Sistemas de Transporte Público

6. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

La configuración de las estaciones deriva de la geometría de las vialidades existentes y proyectadas, así como del análisis de demanda y movilidad correspondiente al corredor.

La propuesta arquitectónica parte de un principio fundamental: generar una identidad coherente con el sistema de trolebús existente, permitiendo que los usuarios reconozcan fácilmente las estaciones dentro del entorno urbano y comprendan intuitivamente su funcionamiento.

A partir de este principio se definieron los siguientes ejes de diseño:

1. Identidad del sistema:
   El lenguaje arquitectónico retoma elementos formales de las estaciones existentes del trolebús y los simplifica para facilitar su reconocimiento por parte del usuario y consolidar la identidad del sistema de transporte.
2. Eficiencia constructiva
   Diseño basado en soluciones estructurales simples y modulares que optimizan tiempos de construcción, costos y facilidad de ejecución.
3. Materiales durables y de bajo mantenimiento
   Selección de materiales resistentes al uso intensivo, resistentes a la intemperie y al vandalismo, privilegiando acabados fáciles de limpiar y mantener.
4. Claridad espacial y orientación del usuario.
   Espacios abiertos y legibles que facilitan la circulación, el acceso a andenes y la comprensión del funcionamiento de la estación.
5. Accesibilidad universal.
   Integración de rampas, circulaciones amplias y accesos seguros que permiten el uso del sistema por personas con movilidad reducida.
6. Seguridad y control.
   Configuración espacial que permite visibilidad, control de accesos y adecuada distribución de flujos peatonales.

7. Integración urbana
   Las estaciones se insertan en el corredor vial generando continuidad con el espacio público y mejorando la relación con su entorno inmediato.
8. Confort del usuario
   Cubiertas, áreas de resguardo y mobiliario que mejoran la experiencia de espera y traslado dentro del sistema.
9. Facilitación operativa.
   Las estaciones buscan facilitar el sistema operativo del trolebús, integrando el sistema de catenarias dentro de la estación de manera que no se interrumpa la conexión del trolebús en ningún momento y que no se necesite un control operativo especial dentro de la estación.

7. PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

El programa arquitectónico de la estación, de acuerdo con los Términos de Referencia proporcionados por el cliente, considera los siguientes espacios:

- Plazoleta de acceso
- Acceso
- Área de peaje
- Área de torniquetes
- Área de ascenso y descenso
- Circulación de andén
- Sanitario
- Vigilancia
- Cuarto eléctrico
- Cuarto de telecomunicaciones

8. ANÁLISIS FUNCIONAL Y OPERATIVO

8.1. Configuración general

La estación Tlapacoya se configura como una estación central con operación en ambos sentidos, delimitada por carriles exclusivos para circulación del trolebús.

La disposición espacial responde a:

- La geometría de la vialidad existente.
- El estudio de demanda de usuarios realizada por la dependencia.
- Las necesidades operativas del sistema.
- Los criterios de seguridad y accesibilidad universal.

La configuración contempla:

- Andén central de ascenso y descenso.

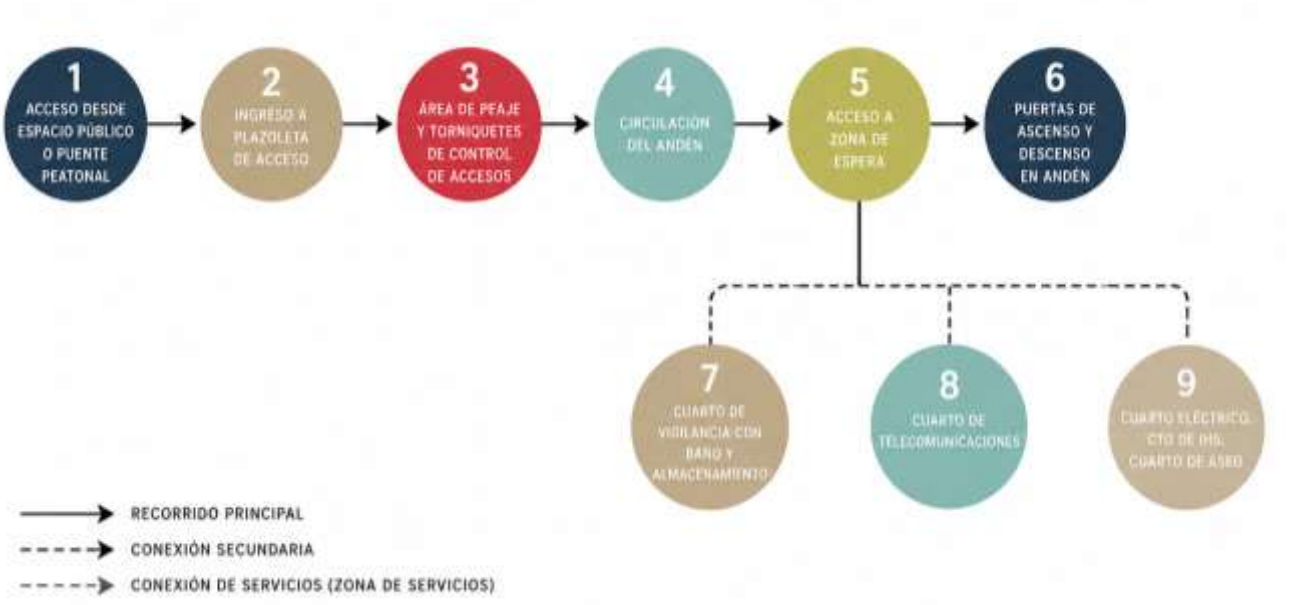
- Carriles exclusivos a ambos costados.
- Accesos controlados.
- Conexión peatonal mediante puente elevado.
- Espacios de espera protegidos mediante cubierta.

8.2. Funcionamiento de la estación

El funcionamiento de la estación se organiza mediante una secuencia clara de acceso, control y abordaje, evitando interferencias entre flujos peatonales y operación vehicular.

El recorrido del usuario se compone de:

1. Acceso desde espacio público o puente peatonal.
2. Ingreso a plazoleta de acceso.
3. Paso por área de peaje y torniquetes de control de accesos.
4. Circulación del andén.
5. Acceso a zona de espera.
6. Puertas de ascenso y descenso en andén.



8.3. Flujo de Usuarios

La propuesta considera la separación funcional entre:

- Flujos de ingreso y salida.
- Zonas de espera y abordaje



La disposición de puertas y áreas de ascenso busca reducir interferencias entre pasajeros en espera y usuarios en descenso, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo tiempos de permanencia de las unidades en estación. Además, en esta estación al considerarse de baja demanda se contempla un acople simple de autobuses por lo que se dispone de 3 puertas de ascenso y descenso por dirección con las medidas necesarias de acuerdo con el manual del sistema de transporte eléctrico.

9. ANÁLISIS DE DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPACIOS Y CRITERIOS DE SEGURIDAD

9.1. Dimensionamiento de andenes y circulaciones

En el marco del proyecto, para el dimensionamiento de las estaciones se definieron dos tipologías operativas: estaciones de demanda baja y estaciones de demanda alta. Cada una responde a distintos

volúmenes de usuarios y requerimientos de capacidad, manteniendo en todos los casos una lógica de funcionamiento homogénea dentro del sistema de trolebús y garantizando condiciones adecuadas de operación, funcionalidad y eficiencia en el servicio.

Las estaciones de demanda baja están destinadas a atender zonas con menor concentración de usuarios, priorizando la conectividad y vinculación con puntos de mayor afluencia dentro del corredor. Estas estaciones cuentan con un área de acople para una unidad de transporte por cada sentido de circulación.

Por su parte, las estaciones de demanda alta fueron diseñadas para atender mayores volúmenes de pasajeros y condiciones de operación intensiva, incorporando un doble acople de unidades por cada sentido de circulación, permitiendo mejorar la capacidad operativa, reducir tiempos de espera y optimizar el ascenso y descenso de usuarios.

El dimensionamiento de ambas tipologías se desarrolló considerando los escenarios de máxima demanda horaria y diaria identificados en los estudios de movilidad y aforo del proyecto.

Demanda por estación en HMD - Tlapacoya						
Movimiento	Año 2025	Año 2028	Año 2030	Año 2040	Año 2050	Año 2055
Ascenso	140	144	146	156	160	162
Descenso	25	26	22	21	21	21
Usuarios por estación	**165**	**167**	**168**	**177**	**181**	**183**

Demanda por estación al día - Tlapacoya						
Movimiento	Año 2025	Año 2028	Año 2030	Año 2040	Año 2050	Año 2055
Ascenso	678	697	707	755	774	784
Descenso	121	111	106	102	102	102
Usuarios por estación	**799**	**808**	**813**	**857**	**876**	**886**

Modificada de: Resumen resultados_trole_Ixtapaluca.pptx, ATTRAPI (Abril 2026)

Para la estación Tlapacoya, el estudio de demanda estima un flujo de 165 usuarios durante la hora de máxima demanda (HMD) para el año 2025, con una proyección de crecimiento hasta 183 usuarios en HMD para el año 2055. De igual manera, la demanda diaria estimada corresponde a 799 usuarios por día en 2025, alcanzando aproximadamente 886 usuarios diarios en el horizonte de diseño al año 2055.

Con base en estos valores y en comparación con el comportamiento operativo esperado del corredor, la estación Tlapacoya se clasifica como una estación de demanda baja

En cuanto a la configuración del andén, se consideró que la estación se emplaza dentro de una zona existente de confinamiento de carriles, por lo que fue necesario respetar los parámetros mínimos establecidos en la NOM-004-SEDATU-2023 para vialidades confinadas con acceso peatonal.

Bajo estos criterios se definió una sección de andén con un ancho total de 3.30 m, compatible con las condiciones físicas del corredor y con los requerimientos operativos y de seguridad del sistema. La configuración propuesta integra las consideraciones necesarias para el correcto funcionamiento de la estación, incluyendo áreas de seguridad, accesibilidad universal y espacios de circulación peatonal.

Dentro de la sección del andén se contemplan:

- Franjas de seguridad próximas al borde de abordaje.
- Pavimento podotáctil de advertencia y aproximación.
- Espacios de espera para usuarios.
- Circulaciones longitudinales accesibles.
- Elementos estructurales asociados al sistema constructivo de la estación.

Considerando dichos elementos, se mantiene una franja libre mínima aproximada de 2.55 m en el punto más crítico del andén, permitiendo conservar simultáneamente un área segura de espera y una circulación continua mínima de 1.20 m para garantizar condiciones adecuadas de accesibilidad universal, evacuación y desplazamiento peatonal.

Las actividades y condiciones operativas para el dimensionamiento del andén corresponden a:

- Áreas de circulación longitudinal.
- Espacios de acumulación temporal de usuarios.
- Franjas de seguridad próximas al borde de abordaje.
- Espacios libres de obstáculos para accesibilidad y evacuación.
- Circulaciones que permitan el desplazamiento simultáneo de usuarios en ambos sentidos.
- Tránsito y maniobra de personas con movilidad reducida.
- Maniobras de aproximación de las unidades de trolebús.
- Apertura simultánea de puertas de abordaje.
- Tiempos de ascenso y descenso de usuarios.

La configuración resultante permite compatibilizar los requerimientos normativos, estructurales y operativos del sistema de trolebús sin comprometer la funcionalidad, seguridad y accesibilidad de la estación.

9.2. Accesibilidad Universal

El proyecto incorpora criterios de accesibilidad universal mediante:

- Rampas con pendientes normativas no mayores al 6% ni de largos mayores a 9mts.
- Circulaciones continuas y libres de obstáculos.
- Integración de guías podo táctiles.
- Superficies antiderrapantes.
- Espacios de maniobra para usuarios con movilidad reducida.
- Recorridos accesibles desde espacio público hasta zonas de abordaje.

9.3. Seguridad y evacuación

La estación considera criterios de seguridad humana y evacuación compatibles con infraestructura de transporte público de alta capacidad, tomando como referencia la NFPA 130 y la NFPA 101.

El proyecto contempla:

- Rutas de evacuación claras y visibles.
- Recorridos continuos hacia salidas seguras.
- Salidas de emergencia estratégicamente distribuidas.
- Espacios libres de obstrucciones.
- Iluminación y señalización de emergencia.
- Visibilidad continua en áreas de circulación.

El dimensionamiento de puertas de emergencia y rutas de evacuación considera la ocupación máxima estimada y los tiempos de desalojo requeridos para infraestructura de transporte público.

9.4. Distancias de evacuación

La disposición de salidas de emergencia fue desarrollada considerando las distancias máximas de recorrido recomendadas para infraestructura de transporte público, con el objetivo de garantizar tiempos adecuados de desalojo desde cualquier punto del andén y mantener condiciones seguras de evacuación para los usuarios.

La configuración longitudinal de la estación deriva de diversos condicionantes operativos y geométricos, entre los que destacan:

- La necesidad de mantener dimensiones de puertas compatibles con las posiciones de puertas de abordaje de las unidades biarticuladas de trolebús.
- El espacio requerido para el doble acoplamiento de unidades.
- Las restricciones físicas del ancho disponible dentro del confinamiento vial existente.
- La imposibilidad de alinear frontalmente ambos sentidos de circulación debido a las limitaciones de sección transversal de la vialidad.

Como resultado de estas condiciones, los sentidos operativos del trolebús se disponen de manera longitudinal uno a continuación del otro, generando una longitud aproximada de 51.40 m en el área pública del andén, medida desde el acceso principal conectado al puente peatonal hasta el inicio de las áreas técnicas y de servicio.

Aun cuando la longitud de recorrido resulta significativa, la configuración espacial de la estación permite un flujo de evacuación bidireccional desde la zona central hacia ambos extremos del andén, manteniendo un punto común de decisión de salida con una distancia aproximada de 26.20 m, compatible con los criterios de recorrido establecidos en NFPA 130 y NFPA 101 para espacios de transporte público.

Derivado de este análisis, se incorpora adicionalmente una puerta de emergencia en el extremo posterior del andén, permitiendo generar una ruta alternativa de evacuación y reduciendo las distancias máximas de recorrido hacia una salida segura.

La disposición de salidas propuesta permite:

- Reducir concentraciones de usuarios durante escenarios de evacuación.
- Generar redundancia en rutas de salida.

- Facilitar el desalojo simultáneo hacia distintos puntos seguros.
- Mantener recorridos claros y fácilmente identificables para los usuarios.

9.5. Dimensionamiento de puertas de emergencia

El dimensionamiento de puertas y salidas de emergencia se desarrolló considerando la ocupación máxima estimada de usuarios en estación, así como los criterios de capacidad de flujo peatonal establecidos en NFPA 130 y NFPA 101.

Las puertas de emergencia fueron proyectadas con un ancho libre suficiente para permitir el desalojo rápido y seguro de usuarios, evitando la generación de cuellos de botella durante escenarios de evacuación.

La ubicación de las salidas permite reducir recorridos longitudinales excesivos y mantener rutas de evacuación claras, continuas y fácilmente identificables para los usuarios.

Particularmente para la estación Tlapacoya, el estudio de demanda estima una ocupación de 165 usuarios durante la hora de máxima demanda (HMD). Considerando una frecuencia operativa de 30 unidades por hora, equivalente a intervalos aproximados de 2 minutos entre unidades, se estima una ocupación simultánea reducida dentro del andén debido a la operación continua y al flujo constante de ascenso y descenso de pasajeros.

Tomando como referencia los criterios de capacidad de evacuación establecidos en NFPA 130 y NFPA 101, donde se considera un factor aproximado de 5.1 mm por usuario para el dimensionamiento de elementos de salida, aun considerando el ancho mínimo de puerta de 0.90 m se cumple con la capacidad de evacuación requerida para la ocupación simultánea estimada en la estación Tlapacoya.

No obstante, como criterio general de diseño para el proyecto, se desarrolló el análisis considerando la estación más desfavorable del corredor, correspondiente al escenario con mayor concentración simultánea de usuarios en andén. Bajo dicha hipótesis, el ancho teórico mínimo de evacuación obtenido corresponde aproximadamente a 1.25 m.

Derivado de ello, y con el objetivo de mantener criterios de modularidad, repetición constructiva, facilidad de compra en elementos prefabricados y estandarización de elementos de herrería dentro del sistema, se adoptó una misma dimensión de puertas de evacuación para todas las estaciones del corredor, garantizando así que incluso en el escenario más crítico de ocupación se respeten las dimensiones mínimas requeridas para evacuación y seguridad humana.

Asimismo, las puertas de emergencia:

- Abren en sentido de evacuación.
- Se encuentran libres de obstáculos.
- Son fácilmente identificables mediante señalización de emergencia.
- Permiten conexión directa hacia zonas seguras exteriores.
- Mantienen dimensiones compatibles con accesibilidad universal y flujo bidireccional de usuarios.

10. RELACIÓN DE SUPERFICIES DE CONSTRUCCIÓN.

ESTACIÓN	SUPERFICIE DE SUELO (m2)	COEFICIENTE OCUPACIÓN SUELO (%)	COEFICIENTE UTILIZACIÓN SUELO (m2/m2)	SUPERFICIE OCUPACIÓN TOTAL (m2)	ÁREA LIBRE (m2)	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA (m2)	N° NIVELES	ALTURA (m)
TLAPACOYA	783.87	49.14	0.30	385.20	398.67	232.80	1.00	6.80

11. PROPUESTA FORMAL

La propuesta arquitectónica de la estación Tlapacoya surge de la integración entre las necesidades operativas del sistema de trolebús, el análisis del comportamiento del usuario y las condiciones físicas y urbanas del emplazamiento.

La estación se configura como un nodo central delimitado por dos carriles exclusivos para el trolebús, incorporando un puente peatonal existente que ambos sentidos de la autopista México–Puebla y las colonias aledañas.

La propuesta busca mejorar la conectividad peatonal entre sectores actualmente segregados por la infraestructura vial existente, generando un punto de conexión seguro, accesible y funcional para los usuarios del sistema.

La arquitectura privilegia:

- Espacios abiertos y visualmente permeables.
- Claridad en recorridos.
- Uso de puentes e infraestructura existente
- Integración de estructura y sistemas de instalaciones.
- Modularidad constructivo.
- Identidad visual homogénea dentro del corredor.

En este emplazamiento se prevé la construcción de una rampa de acceso hacia el puente existente “Tlapacoya” como acceso exclusivo de estación.

11.1. Acabados

La selección de acabados para la estación se rige por los siguientes criterios:

- Alta durabilidad y resistencia al uso intensivo.
- Bajo mantenimiento.
- Resistencia al vandalismo.
- Seguridad del usuario.
- Respuesta adecuada ante condiciones ambientales exteriores.

11.1.1. Muros

La configuración de muros para las áreas técnicas y operativas de la estación responde principalmente a criterios de seguridad contra incendio, durabilidad y compatibilidad con las necesidades operativas del sistema de transporte.

Derivado de los requerimientos normativos de resistencia al fuego para cuartos técnicos, eléctricos y de telecomunicaciones, el proyecto estructural contempla el uso de muros divisorios y perimetrales a base de block macizo de 15 x 20 x 40 cm marca IBMEX o equivalente aprobado, debido a sus propiedades de resistencia al fuego, alcanzando una clasificación aproximada de hasta 4 horas, compatible con los requerimientos de compartimentación y protección establecidos para este tipo de espacios técnicos.

Asimismo, de acuerdo con el cálculo estructural del proyecto, se consideran algunos muros de concreto armado que igualmente cumplen con los requerimientos de resistencia al fuego necesarios para las áreas técnicas y operativas de la estación.

Como acabado final en interiores se propone un sistema de microcemento color blanco con terminado mate y espesor máximo aproximado de 7 mm, aplicado sobre superficies previamente niveladas y plomeadas. En muros de block, el sistema considera una capa previa de mortero cemento-arena que permite regularizar el sustrato, corregir imperfecciones y garantizar una superficie uniforme para la correcta adherencia y desempeño del acabado final. En muros de concreto, el sistema podrá aplicarse directamente sobre el sustrato debido a las mejores condiciones de uniformidad y estabilidad superficial propias del elemento estructural.

La selección del microcemento responde a diversas ventajas operativas y de mantenimiento para infraestructura pública de transporte:

- Genera superficies continuas y de fácil limpieza.
- Reduce acumulación de suciedad en juntas.
- Presenta buena resistencia al desgaste y al uso intensivo.
- Permite mantenimiento y reparación localizada.
- Favorece una imagen arquitectónica uniforme y contemporánea.
- Presenta buen comportamiento en espacios interiores de alto tránsito y operación continua.

El sistema contempla además refuerzo mediante malla de fibra de vidrio en juntas frías entre elementos estructurales y muros divisorios, permitiendo reducir riesgos de fisuración superficial derivados de movimientos diferenciales entre materiales.

En exteriores se propone un revestimiento de microcemento impermeable color gris perla con acabado mate, incorporando capa base impermeable y sellador de protección para intemperie. Este sistema permite generar superficies resistentes a humedad, lluvia, radiación solar y variaciones térmicas, manteniendo al mismo tiempo una imagen homogénea dentro del corredor.

Particularmente para el cuarto IHS, previo a la aplicación del acabado final se considera un sistema impermeabilizante para muro tipo Sika Zero Salitre o equivalente aprobado, funcionando como barrera

contra salitre, humedad y formación de moho, condiciones relevantes para espacios que albergan infraestructura sensible de telecomunicaciones y equipos electrónicos.

Para cuartos eléctricos y de telecomunicaciones se especifica adicionalmente un recubrimiento epóxico de altos sólidos de dos componentes tipo Sikagard®-62 o equivalente aprobado, libre de solventes y no flamable, aplicado en capa continua sobre superficie preparada.

La selección de este sistema responde a las necesidades particulares de protección en áreas técnicas especializadas, debido a que proporciona:

- Alta resistencia mecánica y química.
- Superficie continua y de fácil limpieza.
- Reducción de absorción de humedad.
- Mayor durabilidad ante condiciones operativas intensivas.
- Compatibilidad con ambientes técnicos y eléctricos.
- Protección adicional del sustrato frente a agentes agresivos.

El sistema contempla igualmente refuerzo con malla de fibra de vidrio en juntas y fisuras, mejorando el comportamiento del acabado ante movimientos y posibles microfisuras del sustrato.

11.1.2. Pisos

La selección de acabados en piso para la estación responde a criterios de resistencia al uso intensivo, seguridad del usuario, compatibilidad con las condiciones operativas del sistema y facilidad de mantenimiento, diferenciando materiales según las necesidades específicas de cada área funcional.

En las áreas de andén y circulación pública se propone el uso de loseta prefabricada de concreto de alta resistencia, debido a su comportamiento adecuado ante tránsito peatonal continuo, resistencia a abrasión y facilidad de mantenimiento en exteriores. Este sistema permite además la integración de elementos de accesibilidad universal mediante pavimentos podotáctiles de advertencia y dirección en zonas de aproximación y abordaje, facilitando la orientación y seguridad de personas con discapacidad visual.

Asimismo, en áreas de vigilancia y sanitarios se considera la utilización de piso cerámico antiderrapantes, garantizando condiciones adecuadas de seguridad para los usuarios y el personal operativo, particularmente en zonas susceptibles a humedad o limpieza frecuente.

En las zonas de nariz de andén y rampas se considera acabado de concreto martelinado, debido a sus propiedades antiderrapantes y su mejor desempeño en áreas expuestas a humedad, lluvia y tránsito constante de usuarios. Este acabado permite incrementar la fricción superficial y mejorar las condiciones de seguridad peatonal, particularmente en puntos de transición, cambio de nivel y aproximación al área de abordaje. Además de contar con una capa de impermeabilizante de poliuretano alifático sikalastic 625 que funciona en espacios de alta resistencia al uso.

Para los cuartos técnicos, eléctricos, IHS y de telecomunicaciones se especifica un sistema de recubrimiento epóxico autonivelante conductivo (ESD) tipo Sikafloor®-2350 ESD o similar, aplicado sobre capa primaria a base de Sikafloor®-151 o equivalente, en sistema continuo sin juntas y con espesor aproximado de 2 a 3

mm sobre losa de concreto previamente preparada el cual funciona como nivelante. La selección de este sistema responde a las recomendaciones técnicas del fabricante por su uso es espacios multipropósitos que albergan equipos eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones sensibles, debido a sus propiedades disipativas de electricidad estática (ESD), las cuales permiten controlar la acumulación y descarga electrostática sobre la superficie, reduciendo riesgos de afectación a equipos y sistemas electrónicos, Además de ser resistente a altas temperaturas y a humedad.

Adicionalmente, el sistema presenta:

- Alta resistencia mecánica y al desgaste.
- Resistencia química y facilidad de limpieza.
- Resistencia a la humedad (congruente para el cuarto IHS).
- Superficie continua sin juntas que reduce acumulación de polvo.
- Compatibilidad con ambientes técnicos y áreas con equipos sensibles.
- Bajo mantenimiento y larga vida útil en condiciones de operación intensiva.
- Estas características lo hacen adecuado para cuartos eléctricos, cuartos de telecomunicaciones e infraestructura IHS, donde se requiere proteger equipos y garantizar condiciones controladas de operación conforme a recomendaciones habituales para espacios técnicos especializados.

11.1.3. Cubiertas

Material propuesto: Policarbonato en tono humo sobre estructura metálica

La selección de cubierta a base de policarbonato alveolar de 16 mm sobre estructura metálica responde tanto a criterios funcionales y ambientales como a las condiciones geométricas particulares del proyecto. La propuesta arquitectónica contempla cubiertas con geometría curva, por lo que el uso de policarbonato permite adaptarse de manera más eficiente a radios y transiciones curvas sin requerir soluciones especiales complejas o incrementos significativos en peso estructural, a diferencia de sistemas tipo multitecho o panel sándwich, cuya modulación rígida limita su aplicación en geometrías curvas y dificulta su integración formal dentro del diseño arquitectónico planteado.

Adicionalmente, el policarbonato de 16 mm proporciona un adecuado equilibrio entre ligereza estructural, resistencia mecánica y control térmico, permitiendo el paso controlado de iluminación natural y reduciendo la ganancia térmica y el deslumbramiento en áreas de espera. Su bajo peso contribuye a optimizar las cargas sobre la estructura metálica de soporte, favoreciendo sistemas constructivos más ligeros y eficientes. Asimismo, presenta alta resistencia al impacto, buen comportamiento ante condiciones climáticas exteriores y menores requerimientos de mantenimiento, características particularmente adecuadas para infraestructura pública de transporte con exposición permanente a intemperie y uso intensivo.

11.1.4. Fachadas

Material propuesto: Sistema de cerramientos a base de marcos metálicos con malla de acero expandido romboidal, faldones de lámina continua y puertas tipo cortina metálica de línea tipo celosía con operación manual.

La selección de este sistema responde a criterios de seguridad, durabilidad, facilidad de mantenimiento y compatibilidad con las condiciones operativas propias de infraestructura pública de transporte.

La incorporación de cortinas metálicas permite el cierre total de la estación en horarios no operativos, garantizando control de accesos y protección de las instalaciones y equipos. Asimismo, el uso de puertas tipo celosía favorece una instalación más sencilla, reduce costos de mantenimiento y permite conservar ventilación natural aun cuando la estación se encuentra cerrada.

Por otra parte, la malla de acero expandido presenta ventajas significativas frente a sistemas de cerramiento en cristal u otros materiales frágiles, debido a su alta resistencia ante impactos, deformaciones y actos vandálicos, evitando daños críticos que comprometan la operación de la estación. Adicionalmente, el sistema metálico reduce considerablemente los requerimientos de limpieza y mantenimiento al ser menos susceptible a manchas, grafiti y acumulación visible de suciedad.

La configuración permeable de la fachada permite mantener ventilación natural continua dentro de las áreas de espera, evitando acumulación de calor y mejorando el confort térmico de los usuarios sin necesidad de incorporar sistemas mecánicos de ventilación. Asimismo, la permeabilidad visual entre interior y exterior favorece condiciones de vigilancia natural y seguridad pasiva, evitando generar espacios completamente cerrados o visualmente aislados.

Complementariamente, se incorporan faldones de lámina continua en áreas inferiores y cajones de instalaciones, permitiendo proteger los equipos técnicos y generar barreras parciales contra lluvia y escurrimientos, mejorando las condiciones de resguardo para los usuarios en zonas de espera y circulación.

11.2. Alturas

Las alturas propuestas para las estaciones derivan de la integración del sistema de catenaria del trolebús con la estructura arquitectónica, así como del cumplimiento de criterios de seguridad eléctrica, operación vehicular y normatividad vigente en materia de instalaciones eléctricas en vía pública. En particular, la definición de la sección responde a los requerimientos establecidos en la **NOM-001-SEDE-2012**, en cuanto a libramientos verticales y distancias de seguridad para conductores energizados.

Adicionalmente, se consideran las condiciones reales de operación del trolebús, incluyendo el movimiento de pértigas, maniobras de aproximación a andén y la necesidad de mantener separaciones seguras respecto a elementos constructivos. Como resultado, la sección adoptada no obedece a un criterio formal, sino a la superposición de requerimientos técnicos, normativos y operativos que garantizan la seguridad del sistema y de los usuarios.

De igual manera, la configuración de alturas responde a criterios de confort ambiental, permitiendo una adecuada protección contra lluvia y radiación solar mediante cubiertas de mayor desarrollo, así como favoreciendo la ventilación natural y la disipación de calor en espacios de espera. Esto contribuye a generar condiciones más confortables para el usuario sin comprometer la seguridad ni la operación del sistema.

11.2.1. Integración del Sistema de Catenaria

Se establece que el sistema de catenaria se adosa estructuralmente a la estación, bajo los siguientes principios:

- Evitar la construcción de un sistema independiente de postes o pórticos, reduciendo interferencias urbanas.
- Mantener la continuidad del sistema eléctrico del trolebús, sin interrupciones en el tramo.
- Optimizar el uso de la estructura como elemento multifuncional (soporte + arquitectura).
- Generar un solo sistema de empotramiento a la estructura de tal manera que pueda repetirse en todos los tipos de estación reduciendo errores en obra.

Este criterio es consistente con soluciones implementadas en sistemas de transporte eléctrico urbano, donde la infraestructura se integra para reducir elementos redundantes y mejorar eficiencia espacial.

11.2.1.1. Altura de Catenaria

La altura propuesta desde nivel de rodamiento hasta el punto de contacto de la catenaria es de **5.50 m.**

- De acuerdo con manuales y referencias internacionales de sistemas de trolebús (**PROY-NOM-018-CRE-2020** de la Comisión Reguladora de Energía), la altura de catenaria se encuentra entre: 5.0 m y 6.0 m sobre nivel de rodamiento, dependiendo del contexto urbano, para zonas con tránsito vehicular se establecen 5.5m sobre nivel de rodamiento.
- Esta altura permite:
    - Paso seguro de unidades.
    - Compatibilidad con otros vehículos de servicio o emergencia (Ambulancias o camiones de bomberos).
    - Separación de infraestructura urbana existente (alumbrado, señalización, etc.).
- También se alinea con criterios utilizados en normativas de líneas eléctricas urbanas, donde se establecen alturas mínimas para evitar interferencias y riesgos eléctricos.

11.2.1.2. Distancia de Seguridad Eléctrica.

La **NOM-001-SEDE-2012** establece que:

- Las partes vivas energizadas deben mantenerse fuera del alcance de personas y elementos constructivos, mediante distancias de seguridad adecuadas.
- Se deben considerar condiciones de operación real (movimiento, deformaciones, temperatura).

Se adopta una separación de **≈ 1.00 – 1.10 m respecto a elementos metálicos**
Esto permite:

- Evitar arcos eléctricos.
- Prevenir contactos indirectos.
- Eliminar riesgo de puentes eléctricos hacia la estructura.

11.2.2. Relación con la Cubierta Arquitectónica

Dado que la estación incorpora cubiertas curvas para protección climática del usuario, se requiere:

- Mantener la distancia de seguridad por encima y por debajo de la catenaria.
- Evitar cualquier interferencia entre:
    - El trolebús (incluyendo pértigas en movimiento).
    - La cubierta.
    - La estructura metálica.

11.2.2.1. Implicaciones de diseño:

- La sección resultante incrementa la altura total de la estación a un total de **≈ 7.00m** de altura.
- Con esta altura se garantiza que:
    - No exista riesgo de contacto entre el trolebús y la cubierta durante maniobras de aproximación.
    - Se mantenga un margen seguro considerando tolerancias de operación, oscilaciones y variaciones dinámicas del sistema.

11.2.2.2. Seguridad en maniobras de abordaje.

Durante el proceso de aproximación del trolebús a la estación:

- El vehículo reduce su distancia lateral respecto al andén.
- Las pértigas mantienen contacto con la catenaria con cierto grado de **movimiento y flexibilidad**.

Riesgos evitados con la elevación de la cubierta por encima de la altura de la catenaria:

- Contacto accidental entre pértigas y estructura.
- Generación de arcos eléctricos por proximidad.
- Interferencia con la cubierta en maniobras no perfectamente alineadas.

Por lo tanto, la altura no solo responde a un valor estático, sino a condiciones dinámicas de operación y seguridad del usuario.

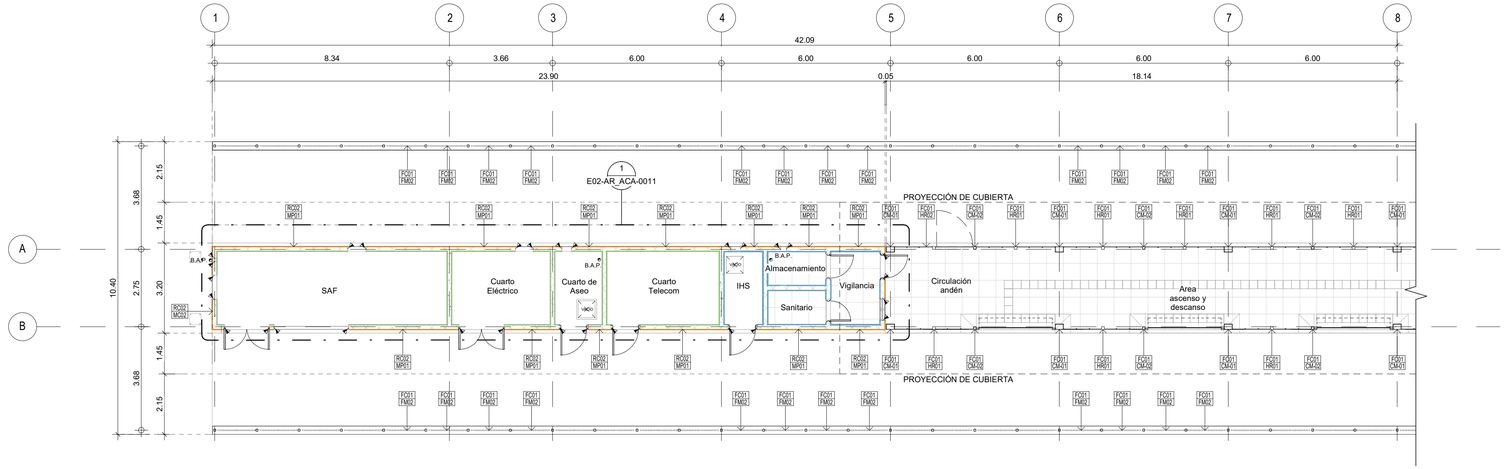
11.3. Modulación Estructural.

La estación se desarrolla mediante una modulación estructural predominante de 6.00 m entre ejes, permitiendo estandarizar elementos estructurales, optimizar procesos constructivos y facilitar la repetición de componentes dentro del corredor.

La modulación propuesta permite:

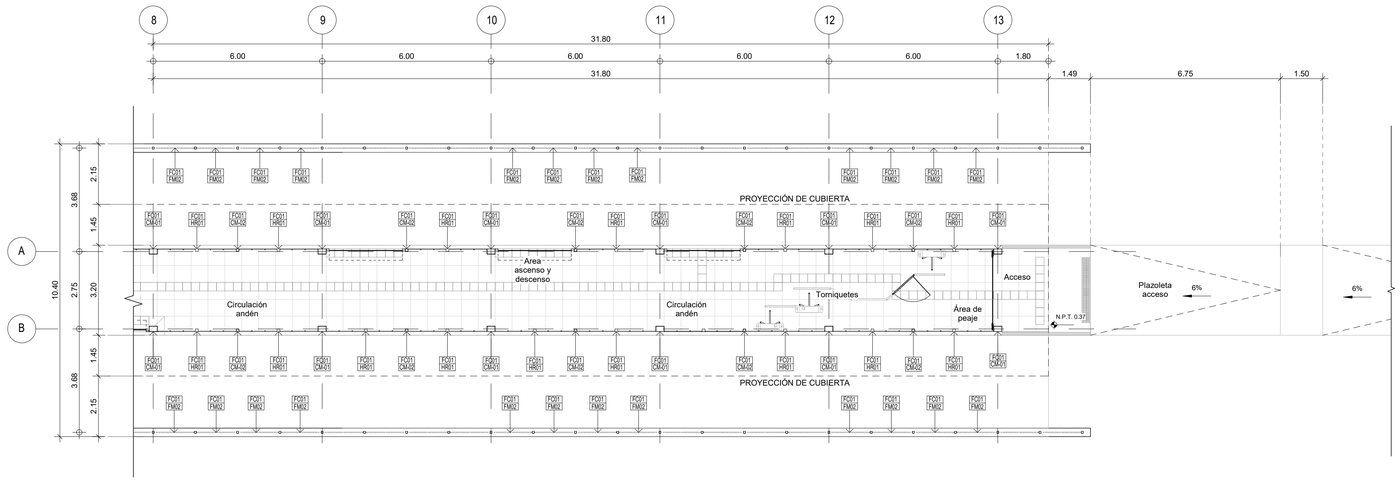
- Simplificar procesos constructivos.
- Facilitar fabricación y montaje.

- Optimizar costos de estructura y cubierta.
- Mantener coherencia formal entre estaciones del sistema.
- Generar en fachada módulos estandarizados de fácil reproducción.



1 PLANTA DE ACABADOS EN MUROS PLANTA BAJA I - TLACAPACOYA

1 : 100



2 PLANTA DE ACABADOS EN MUROS PLANTA BAJA II - TLACAPACOYA

1 : 100

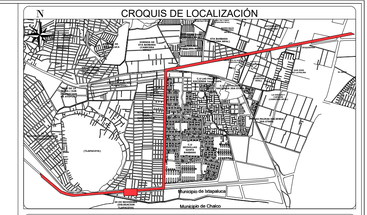
TIPOS DE HERRERÍA	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
HR01	MÓDULO DE FACHADA A BASE DE PANELES DE REJILLA DE LÁMINA DE ACERO DESPLEGADO DE 2.80X3.35 M. CON BASTIDOR PERFIL LI 51X6.4, POSTE INTERMEDIO OR 102X102X6.4 Y REFUERZOS INTERMEDIOS TR 102X51X6.4. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.
HR02	SISTEMA MIXTO DE FACHADA DE 2.70X3.35 M. COMPUESTO POR PANEL DE REJILLA DE ACERO DESPLEGADO DE 2.80X3.35 M. CON BASTIDOR DE PERFIL LI 51X6.4, POSTE INTERMEDIO OR 102X102X6.4 Y REFUERZOS INTERMEDIOS TR 102X51X6.4. PUERTA DE EMERGENCIA COMPUESTA POR LÁMINA DE ACERO CAL.14, CON BASTIDOR Y LARGUEROS OR 102X51X6.4. DINTEL DE SOPORTE OR 102X102X6.6. SISTEMA DE ABATIMIENTO BIVELO Y TEJUELO 400 KG MÍNIMO. BARRA ANTIPANICO Y CIERRA PUERTAS ELECTRONICO. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.
CM-01	COLUMNA METÁLICA HSS 305x203x9.5 mm, ACABADO NEGRO MATE, INSTALADA EN SITIO (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_CIM-0010-S01)
CM-02	COLUMNA METÁLICA HSS 102x7.9 mm, ACABADO NEGRO MATE, INSTALADA EN SITIO (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_CIM-0010-S01)
FM02	REJA DE ACERO 61x2.50 m, CALIBRE 6, ACABADO GALVANIZADO, MARCA IPASA O EQUIVALENTE APROBADO, FIJADA SOBRE BASTIDOR DE SOPORTE.
ACABADOS EN ELEMENTOS METÁLICOS	
FC01	SISTEMA DE PINTURA INTUMESCENTE PARA PROTECCIÓN CONTRA FUEGO EN ELEMENTOS METÁLICOS, MARCA PPG S.M.A., MODELO STEELGUARD® O EQUIVALENTE APROBADO, APLICADO COMO SISTEMA MULTICAPA SOBRE SUPERFICIE LIMPIA Y PREPARADA, INCLUYENDO PRIMARIO ANTICORROSIVO, CAPA INTUMESCENTE CON ESPESOR SEGÚN RESISTENCIA AL FUEGO REQUERIDA DE 3HRS.

TIPOS DE MURO		
CÓDIGO		DESCRIPCIÓN
	MP01	MURO ESTRUCTURAL DE BLOCK MACIZO VIBROCOMPACTADO DE 15x20x40 cm, MARCA IBMEX, ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:4 CON JUNTA DE 1cm, RESISTENCIA AL FUEGO DE 4HRS. (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_NOT-0008-S01).
	MC02	MURO ESTRUCTURAL DE CONCRETO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_NOT-0008-S01).
	TC01	TRABE DE CONCRETO ARMADO DE 15x40 cm, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2, (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_SPE-0013-S01).
ACABADOS EN MUROS		
	RC01	ACABADO DE MICROCEMENTO PARA INTERIORES, COLOR BLANCO Y TERMINADO MATE, CON ESPESOR TOTAL MÁXIMO DE 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA. INCLUYE CAPA BASE, CAPA DE ACABADO FINO Y REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS ENTRE MUROS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES O DE BLOCK. * EN MUROS DE CONCRETO, EL SISTEMA SE APLICARÁ DIRECTAMENTE SOBRE EL SUSTRATO, SIN CAPA NIVELANTE PREVIA DE MORTERO. PARA EL CUARTO IHS, INCLUYE LA APLICACIÓN PREVIA DE RECUBRIMIENTO IMPERMEABILIZANTE PARA MURO Sika Zero Salitre COMO BARRERA CONTRA SALITRE, MOHO Y HUMEDAD.
	RC02	REVESTIMIENTO DE MICROCEMENTO IMPERMEABLE EN EXTERIORES, COLOR GRIS PERLA Y ACABADO MATE, CON ESPESOR TOTAL DE HASTA 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA, INCLUYENDO CAPA BASE IMPERMEABLE, CAPA DE ACABADO FINO, REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS Y SELLADOR DE PROTECCIÓN PARA INTEMPERIE.
	RC03	RECUBRIMIENTO EPÓXICO DE ALTOS SÓLIDOS DE DOS COMPONENTES, TIPO SIKAGARD®-62 O EQUIVALENTE APROBADO, LIBRE DE SOLVENTES, NO FLAMABLE Y DE ALTA RESISTENCIA MECÁNICA Y QUÍMICA, APLICADO EN CAPA CONTINUA SOBRE SUPERFICIE PREPARADA, INCLUYENDO LIMPIEZA DEL SUSTRATO, APLICACIÓN DEL SISTEMA Y REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS Y FISURAS, CON ESPESOR APROXIMADO DE 1.5 MM.
	RG01	RECUBRIMIENTO CERÁMICO ANTIDERRAPANTE 60x60cm, MODELO SKU: PHL06GR1, COLOR GRIS CLARO, MARCA CASTEL MÉXICO S.M.A, ASENTADO CON ADHESIVO CERÁMICO DE ALTA ADHERENCIA, TERMINACIONES EN JUNTAS CON BOQUILLA EN MURO.

4m 3m 2m 1m 0m 2m 4m

Escala 1:100

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — B.S.

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

SIMBOLOGÍA ACABADOS

INICIO DE DESPIECE EN PAVIMENTOS

PIEZAS DE AJUSTE EN PAVIMENTOS

CAMBIO DE ACABADO EN PISO

CAMBIO DE ACABADO EN MURO

CAMBIO DE ACABADO EN PLAFÓN

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLANTA

TAPAJUNTAS VIGILANCIA - ANDEN

PIS01 / PVI01 — TIPO DE ACABADO EN PISO / TIPO DE PISO

RC01 / MP01 — TIPO DE ACABADO EN MURO / TIPO DE MURO

FC01 / STR — TIPO DE ACABADO EN HERRERÍA ELEMENTO METÁLICO

CM01 — TIPO DE ACABADO EN CUBIERTA

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de prest
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de enchancamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES — SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES — Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO CONSIDERANDO QUE LOS TRABAJOS DESCRITOS EN EL MISMO SE TRASLADARÁN CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.5.1.-001/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA
ICA
DIRECCIÓN: AV. DEL PARQUE 91 COL. NAPOLES, C.P. 03810, CDMX.

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA DE ACABADOS EN MUROS

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**

ESC.: NO APLICA

ACOT.: metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**

FECHA: **29/05/2026**

REVISIÓN: **S02**

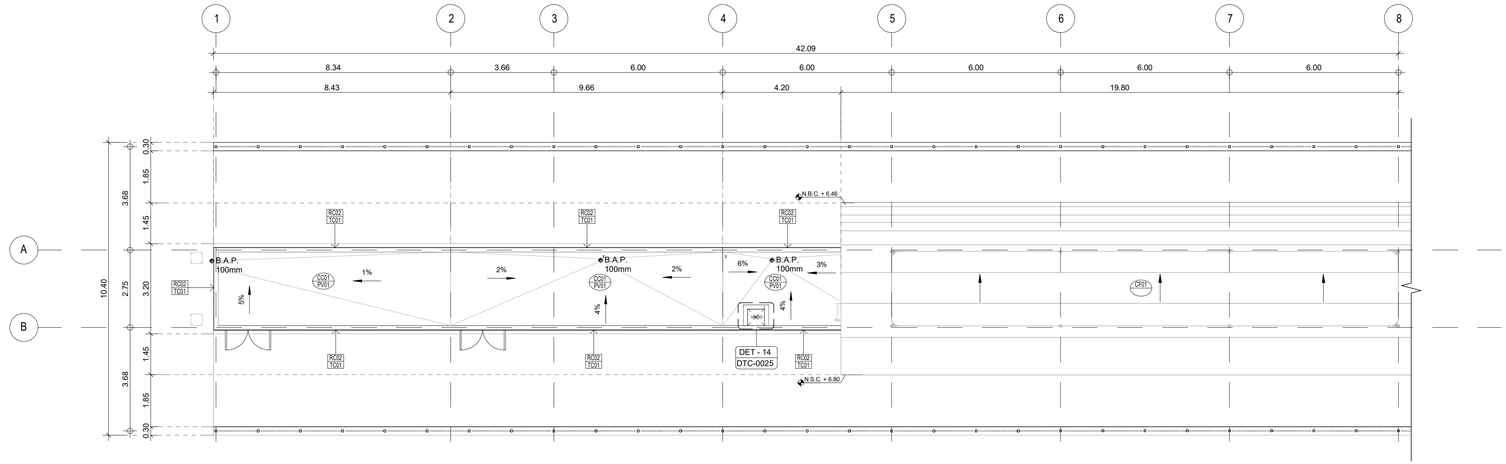
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025

ESTADO DE PLANO: **02**

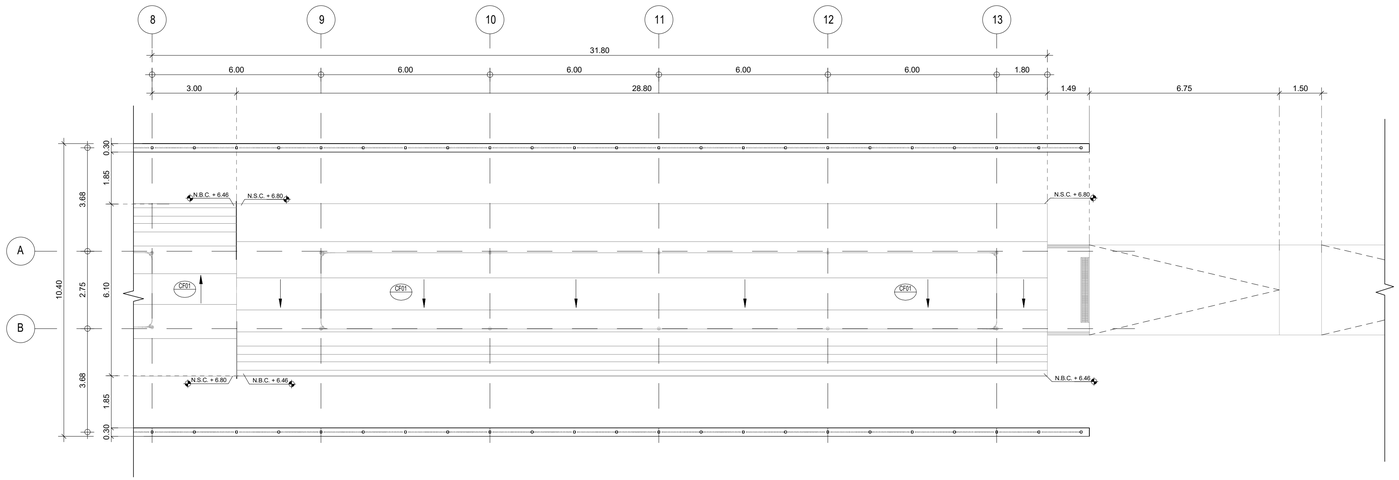
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ACA-0009-S02.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ACA-0009-S02



1 PLANTA DE ACABADOS DE CUBIERTA I - TLAPACOYA

1 : 100



2 PLANTA DE ACABADOS DE CUBIERTA II - TLAPACOYA

1 : 100

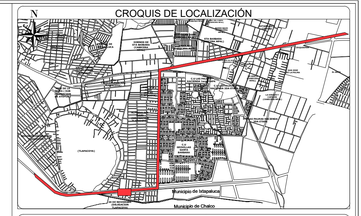
ACABADOS EN CUBIERTA		
CÓDIGO		DESCRIPCIÓN
	RC02	REVESTIMIENTO DE MICROCEMENTO IMPERMEABLE EN EXTERIORES, COLOR GRIS PERLA Y ACABADO MATE, CON ESPESOR TOTAL DE HASTA 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA, INCLUYENDO CAPA BASE IMPERMEABLE, CAPA DE ACABADO FINO, REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS Y SELLADOR DE PROTECCIÓN PARA INTEMPERIE.
	TC01	TRABE DE CONCRETO ARMADO DE 15x40 cm, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2, (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_SPE-0013-S01).
	CF01	CUBIERTA DE POLICARBONATO CELULAR 1.22x6.10 m, e=16 mm, COLOR GRIS HUMO, MARCA MACROLUX STARTLINE CON ALTA RESISTENCIA AL IMPACTO, FIJADA SOBRE ESTRUCTURA DE SOPORTE CON ACCESORIOS COMPATIBLES.
	PV01	LOSA DE CONCRETO ARMADO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2, (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_SPE-0011-S01).
	CC01	SISTEMA DE LOSA FILTRANTE DE 4CM DE AISLAMIENTO, CONFORMADO POR CAPA DE MORTERO CON AGREGADOS + PLANCHA DE POLIESTIRENO ESTRUIDO MARCA ®SIKA, SOBRE CAPA DE MEMBRANA GEOTEXTIL COMPATIBLE CON SISTEMA (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROVEEDOR), SOBRE RECUBRIMIENTO IMPERMEABILIZANTE TRANSPARENTE BASE DE POLIURETANO ALIFÁTICO TIPO SIKALASTIC®-625, MARCA SIKA S.M.A. APLICADO SOBRE SUPERFICIE DE CONCRETO LIMPIA, NIVELADA Y SECA, EN SISTEMA CONTINUO.

4m 3m 2m 1m 0m 2m 4m

Escala 1:100

N

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

SIMBOLOGÍA ACABADOS

INICIO DE DESPIECE EN PAVIMENTOS

PIEZAS DE AJUSTE EN PAVIMENTOS

CAMBIO DE ACABADO EN PISO

CAMBIO DE ACABADO EN MURO

CAMBIO DE ACABADO EN PLAFÓN

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLANTA

TAPAJUNTAS VIGILANCIA - ANDEN

PH01 / PV01 — TIPO DE ACABADO EN PISO / TIPO DE PISO

RC01 / MP01 — TIPO DE ACABADO EN MURO / TIPO DE MURO

FC01 / STR — TIPO DE ACABADO EN HERRERÍA / ELEMENTO METÁLICO

CM01 — TIPO DE ACABADO EN PLAFÓN / TIPO DE ACABADO EN CUBIERTA

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS_ RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.3/1-1433/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA

[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA ACABADOS DE CUBIERTA

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**

ESC.: NO APLICA

ACOT.: metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**

FECHA: **29/05/2026**

REVISIÓN: **S02**

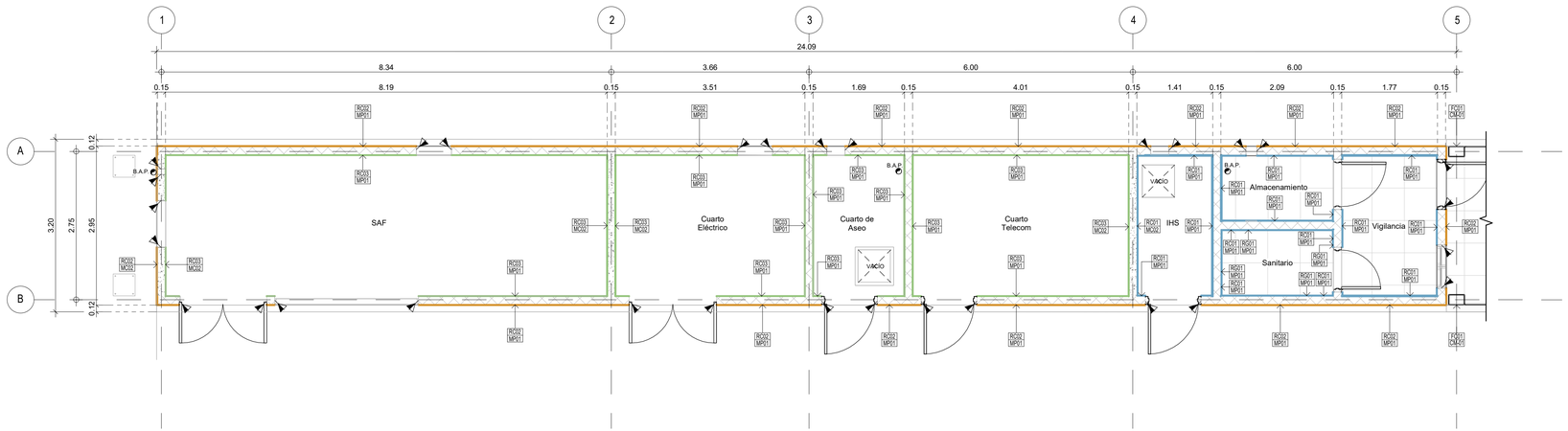
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025

ESTADO DE PLANO: **02**

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ACA-0010-S02.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ACA-0010-S02



1 PLANTA DE ACABADOS EN MUROS DETALLE 01 - TLAPACOYA

1 : 50

TIPOS DE MURO		
CÓDIGO		DESCRIPCIÓN
	MP01	MURO ESTRUCTURAL DE BLOCK MACIZO VIBROCOMPACTADO DE 15x20x40 cm, MARCA IBMEX, ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:4 CON JUNTA DE 1cm, RESISTENCIA AL FUEGO DE 4HRS, (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_NOT-0008-S01).
	MC02	MURO ESTRUCTURAL DE CONCRETO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_NOT-0008-S01).
	TC01	TRABE DE CONCRETO ARMADO DE 15x40 cm, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2, (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_SPE-0013-S01).
ACABADOS EN MUROS		
	RC01	ACABADO DE MICROCEMENTO PARA INTERIORES, COLOR BLANCO Y TERMINADO MATE, CON ESPESOR TOTAL MÁXIMO DE 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA. INCLUYE CAPA BASE, CAPA DE ACABADO FINO Y REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS ENTRE MUROS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES O DE BLOCK. * EN MUROS DE CONCRETO, EL SISTEMA SE APLICARÁ DIRECTAMENTE SOBRE EL SUSTRATO, SIN CAPA NIVELANTE PREVIA DE MORTERO. PARA EL CUARTO IHS, INCLUYE LA APLICACIÓN PREVIA DE RECUBRIMIENTO IMPERMEABILIZANTE PARA MURO Sika Zero Salitre COMO BARRERA CONTRA SALITRE, MOHO Y HUMEDAD.
	RC02	REVESTIMIENTO DE MICROCEMENTO IMPERMEABLE EN EXTERIORES, COLOR GRIS PERLA Y ACABADO MATE, CON ESPESOR TOTAL DE HASTA 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA, INCLUYENDO CAPA BASE IMPERMEABLE, CAPA DE ACABADO FINO, REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS Y SELLADOR DE PROTECCIÓN PARA INTEMPERIE.
	RC03	RECUBRIMIENTO EPÓXICO DE ALTOS SÓLIDOS DE DOS COMPONENTES, TIPO SIKAGARD®-62 O EQUIVALENTE APROBADO, LIBRE DE SOLVENTES, NO FLAMABLE Y DE ALTA RESISTENCIA MECÁNICA Y QUÍMICA, APLICADO EN CAPA CONTINUA SOBRE SUPERFICIE PREPARADA, INCLUYENDO LIMPIEZA DEL SUSTRATO, APLICACIÓN DEL SISTEMA Y REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS Y FISURAS, CON ESPESOR APROXIMADO DE 1.5 MM.
	RG01	RECUBRIMIENTO CERÁMICO ANTIDERRAPANTE 60x60cm, MODELO SKU: PHL06GR1, COLOR GRIS CLARO, MARCA CASTEL MÉXICO S.M.A. ASENTADO CON ADHESIVO CERÁMICO DE ALTA ADHERENCIA, TERMINACIONES EN JUNTAS CON BOQUILLA EN MURO.

1m 0m 1m 2m 3m

Escala 1:50

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

SIMBOLOGÍA ACABADOS

INICIO DE DESPIECE EN PAVIMENTOS

PIEZAS DE AJUSTE EN PAVIMENTOS

CAMBIO DE ACABADO EN PISO

CAMBIO DE ACABADO EN MURO

CAMBIO DE ACABADO EN PLAFÓN

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLANTA

TAPAJUNTAS VIGILANCIA - ANDEN

PI01 / PVG1 — TIPO DE ACABADO EN PISO / TIPO DE PISO

RC01 / MP01 — TIPO DE ACABADO EN MURO / TIPO DE MURO

FC01 / STR — TIPO DE ACABADO EN HERRERÍA / ELEMENTO METÁLICO

CM01 — TIPO DE ACABADO EN PLAFÓN / TIPO DE ACABADO EN CUBIERTA

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES — SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES — Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD DE LOS ENTREGABLES CONTRACTUALES, SIN QUE ELLO IMPLIQUE, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI-V, E. Y JUY/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
DETALLES DE ACABADOS GENERALES

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**

ESC.: NO APLICA

ACOT.: metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**

FECHA: **29/05/2026**

REVISIÓN: **S02**

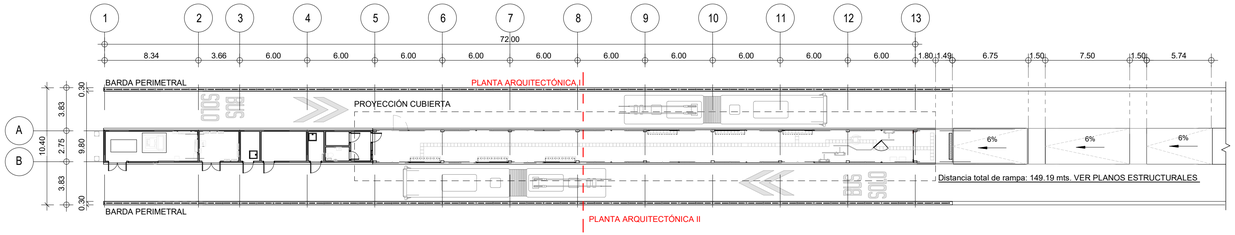
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025

ESTADO DE PLANO: **02**

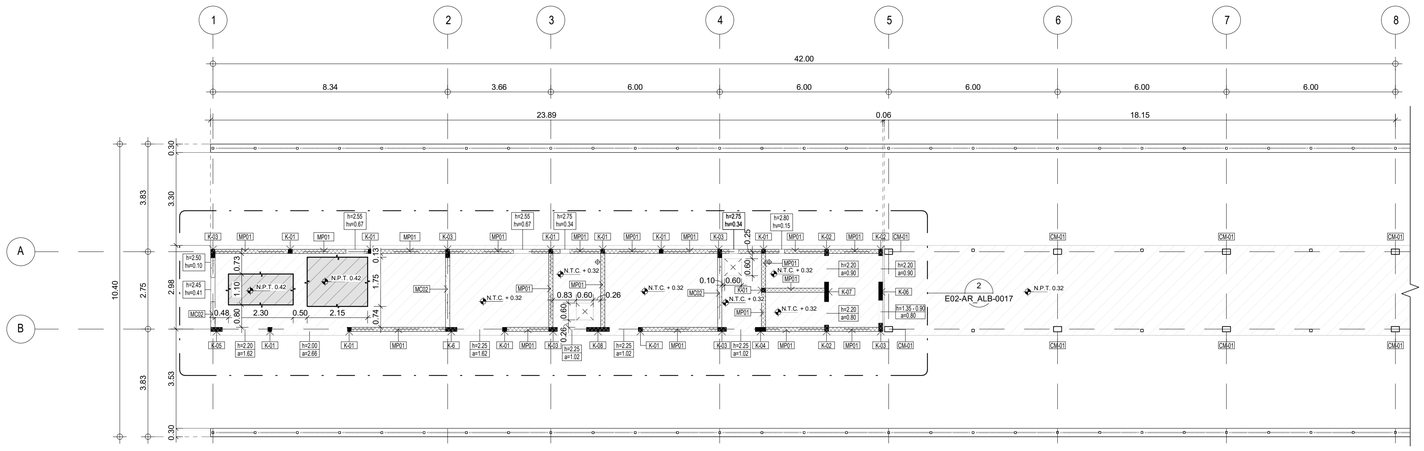
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ACA-0011-S02.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ACA-0011-S02



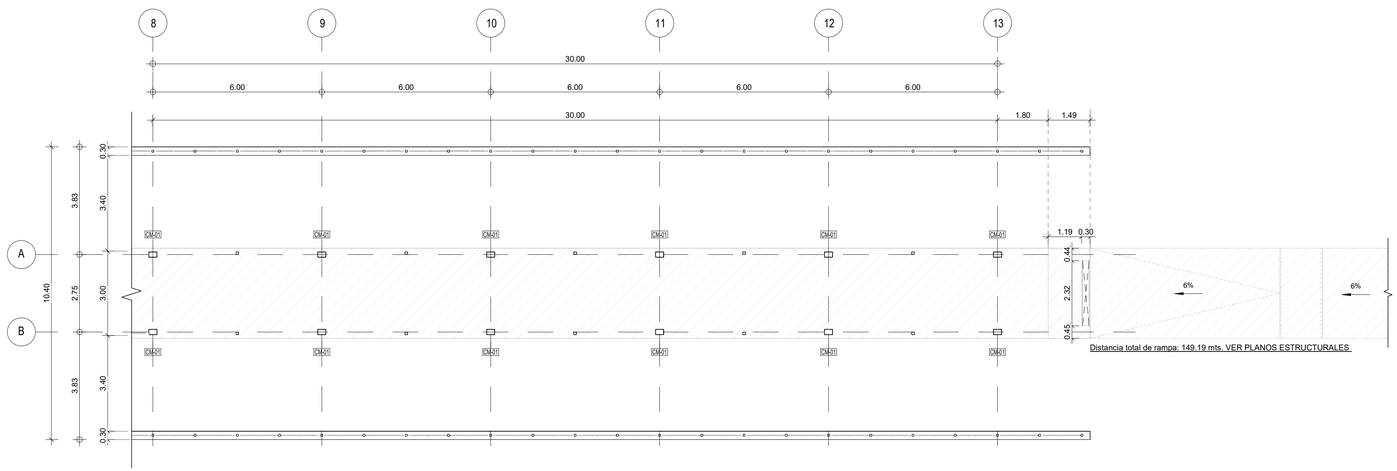
1 PLANTA LLAVE - TLAPACOYA

1 : 250



2 PLANTA DE ALBAÑILERÍA PLANTA BAJA I - TLAPACOYA

1 : 100



3 PLANTA DE ALBAÑILERÍA PLANTA BAJA II - TLAPACOYA

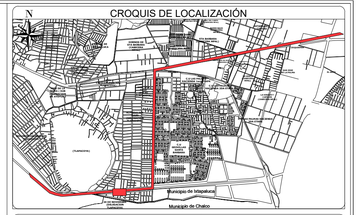
1 : 100

4m 3m 2m 1m 0m 2m 4m

Escala 1:100

N

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE TUBERÍA
INDICA CORTE EN DIBUJO
DIRECCIÓN DE PENDIENTE
CAMBIO DE NIVEL

MC02	TIPO DE MURO DE CONCRETO
MP01	TIPO DE MURO DE MAMPOSTERÍA
K-01	TIPO DE CASTILLOS
CM-01	TIPO DE COLUMNAS METÁLICAS
h= X a= X	ALTURA DE PUERTA ANCHO DE VANO
h= X-X a= X	ALTURA VENTANA - ALTURA ANTEPECHO ANCHO DE VANO
h= X h= X	ALTURA DE ANTEPECHO ALTURA DE VANO

ABREVIACIÓNES

N.T.C.	Nivel tope de concreto
N.P.T.	Nivel de piso terminado
B.A.P.	Bajada de agua pluvial
B.A.G.	Bajada de aguas grises
B.A.N.	Bajada de aguas negras

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CM-01	COLUMNA METÁLICA HSS 305x203x9.5 mm, ACABADO NEGRO MATE, INSTALADA EN SITIO (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T02-CICA-02-E03-PLA-SE_NOT-0014-S01 Y IX-T02-CICA-02-E03-PLA-SE_SPE-0017-S01

TIPOS DE LOSAS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	LOSA DE CONCRETO ARMADO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01).
	BASE PARA EQUIPOS DE CONCRETO ARMADO DE 10 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01).

TIPOS DE MURO

CÓDIGO		DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA AL FUEGO
	MP01	MURO ESTRUCTURAL DE BLOCK MACIZO VIBROCOMPACTADO DE 15x20x40 cm, MARCA IBMEX, ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:4 CON JUNTA DE 1cm, RESISTENCIA AL FUEGO DE 4HRS, (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01).	4 HRS.
	MC02	MURO ESTRUCTURAL DE CONCRETO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01).	
	TC01	TRABE DE CONCRETO ARMADO DE 15x55 cm, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0012-S01).	

TIPOS CASTILLOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
K-01	CASTILLO 15X15 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-02	CASTILLO 15X23 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-03	CASTILLO 15X31 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-04	CASTILLO 15X37 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-05	CASTILLO 15X41 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-06	CASTILLO 15X66 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-07	CASTILLO 15X70 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-08	CASTILLO 15X81 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2

ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-TREN-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA

"LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO CONSTRUCTIVO, EN EL ENTENDIDO QUE LOS TRABAJOS SE REALIZARÁN Y TRASMLADARÁN CONFORME A LO DE ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.5.1.-2511/2025"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA DE ALBAÑILERÍA GENERALES - PLANTA BAJA

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**

ESC.: NO APLICA

ACOT.: metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**

FECHA: **29/05/2026**

REVISIÓN: **S01**

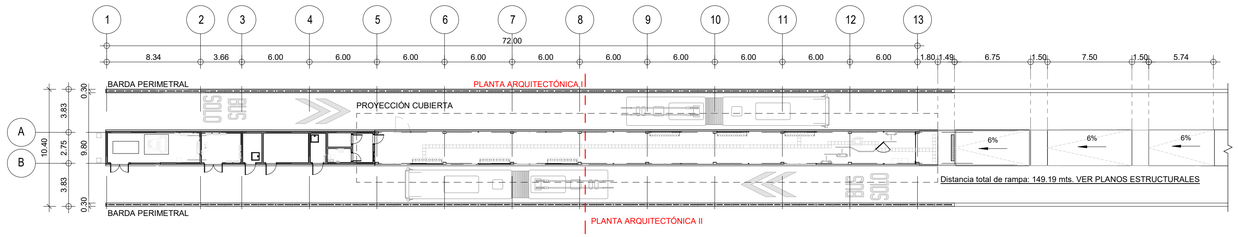
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025

ESTADO DE PLANO: **02**

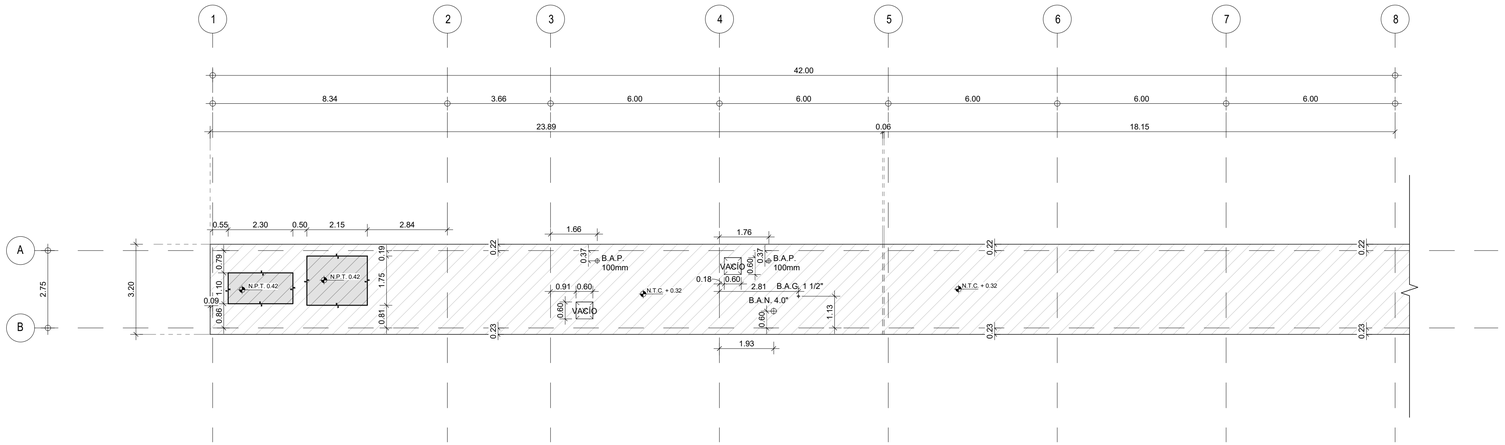
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO: **IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ALB-0015-S01.dwg**

PLANO O CLAVE: **IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ALB-0015-S01**



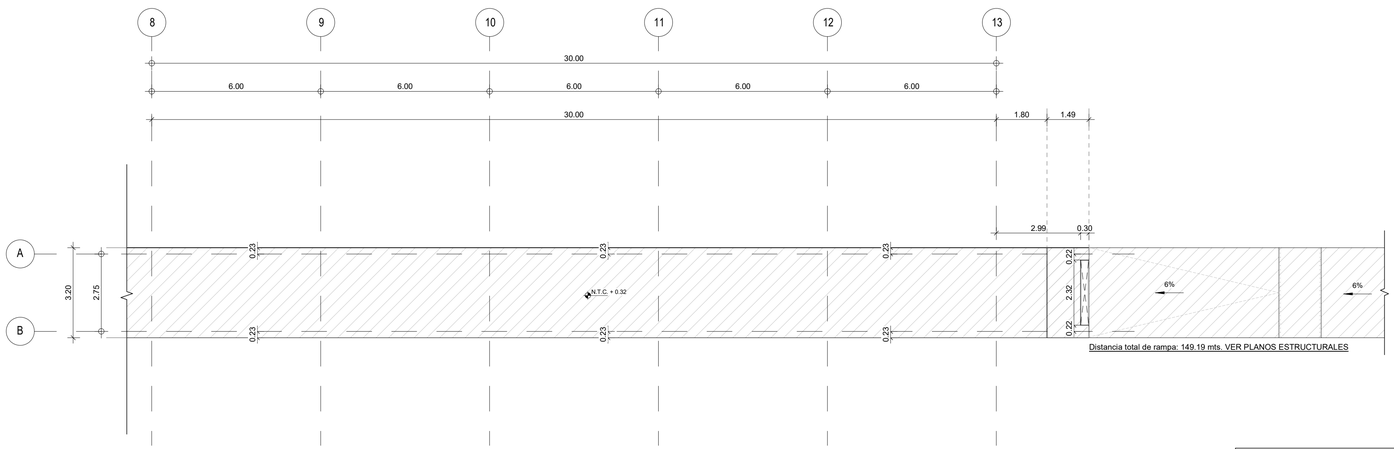
1 PLANTA LLAVE - PISOS - TLAPACOYA

1 : 250



2 ALBAÑILERÍA - LÍMITES DE LOSA - PLANTA BAJA I - TLAPACOYA

1 : 100



3 ALBAÑILERÍA - LÍMITES DE LOSA - PLANTA BAJA II - TLAPACOYA

1 : 100

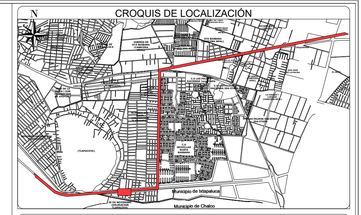
TIPOS DE LOSAS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	LOSA DE CONCRETO ARMADO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGUN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01).
	BASE PARA EQUIPOS DE CONCRETO ARMADO DE 10 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGUN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01).

4m 3m 2m 1m 0m 2m 4m

Escala 1:100

N

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE TUBERÍA
INDICA CORTE EN DIBUJO
DIRECCIÓN DE PENDIENTE
CAMBIO DE NIVEL

MC02	TIPO DE MURO DE CONCRETO
MP01	TIPO DE MURO DE MAMPOSTERÍA
K-01	TIPO DE CASTILLOS
CM-01	TIPO DE COLUMNAS METÁLICAS
h= X / a= X	ALTURA DE PUERTA / ANCHO DE VANO
h= X.X / a= X	ALTURA VENTANA - ALTURA ANTEPECHO / ANCHO DE VANO
h= X / h=n X	ALTURA DE ANTEPECHO / ALTURA DE VANO

ABREVIACIÓNES

N.T.C.	Nivel tope de concreto
N.P.T.	Nivel de piso terminado
B.A.P.	Bajada de agua pluvial
B.A.G.	Bajada de aguas grises
B.A.N.	Bajada de aguas negras

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONTRAPARTE DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.X.T.-021/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA DE ALBAÑILERÍA LÍMITE DE LOSAS - PLANTA BAJA

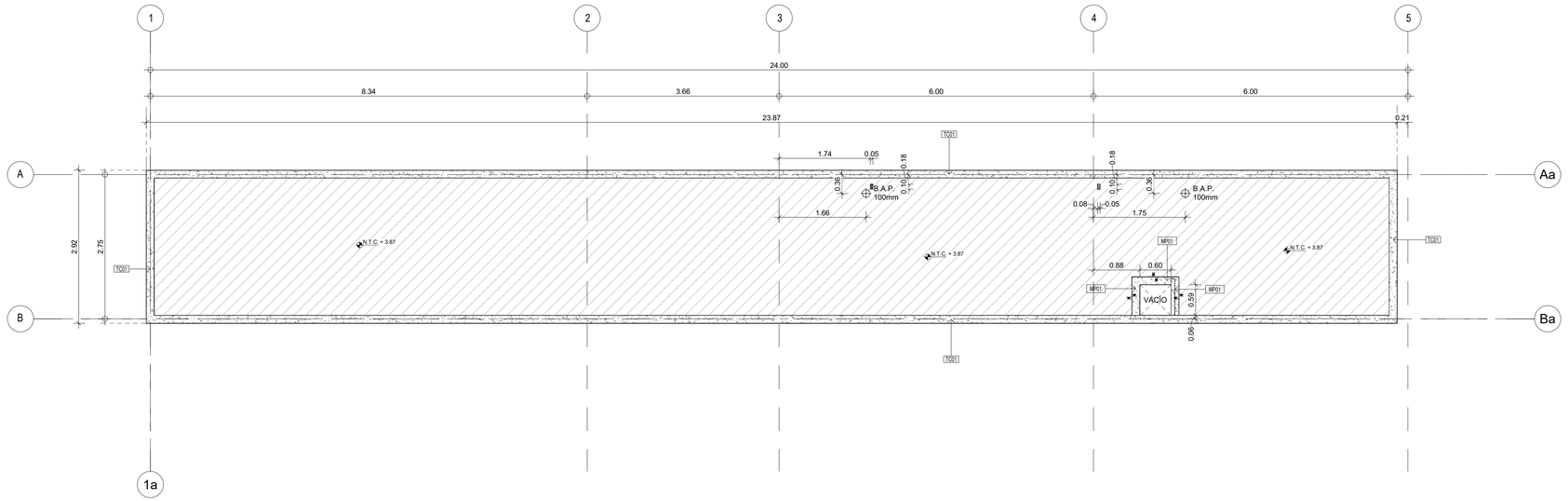
APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ	ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**	TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**
	ESC.: NO APLICA	ACOT.: metros
UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**	FECHA: **29/05/2026**	REVISIÓN: **S01**
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**	N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025	ESTADO DE PLANO: **02**

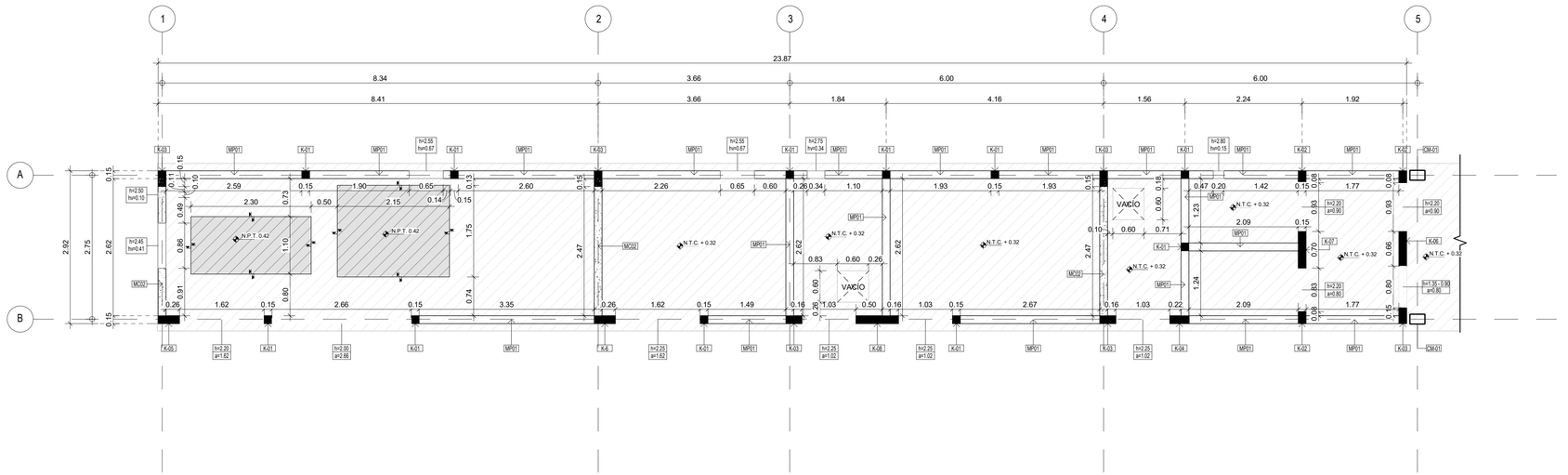
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ALB-0016-S01.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ALB-0016-S01



1 ALBAÑILERÍA LÍMITE DE LOSA DE CUBIERTA - TLAPACOYA

1 : 50



2 DETALLE DE ALBAÑILERÍA PLANTA BAJA - TLAPACOYA

1 : 50

1m 0m 1m 2m 3m

Escala 1:50

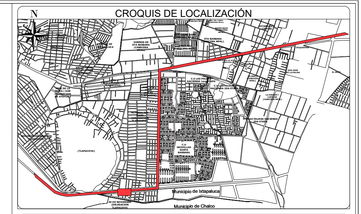
TIPOS DE MURO			
CÓDIGO		DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA AL FUEGO
	MP01	MURO ESTRUCTURAL DE BLOCK MACIZO VIBROCOMPACTADO DE 15x20x40 cm, MARCA IBMEX, ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:4 CON JUNTA DE 1cm, RESISTENCIA AL FUEGO DE 4HRS, (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01).	4 HRS.
	MC02	MURO ESTRUCTURAL DE CONCRETO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01).	
	TC01	TRABE DE CONCRETO ARMADO DE 15x55 cm, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0012-S01).	

ELEMENTOS ESTRUCTURALES	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CM-01	COLUMNA METÁLICA HSS 305x203x9.5 mm, ACABADO NEGRO MATE, INSTALADA EN SITIO (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T02-CICA-02-E03-PLA-SE_NOT-0014-S01 Y IX-T02-CICA-02-E03-PLA-SE_SPE-0017-S01

TIPOS DE LOSAS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	LOSA DE CONCRETO ARMADO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01).
	BASE PARA EQUIPOS DE CONCRETO ARMADO DE 10 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2 (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01).

TIPOS CASTILLOS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
K-01	CASTILLO 15X15 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-02	CASTILLO 15X23 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-03	CASTILLO 15X31 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-04	CASTILLO 15X37 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-05	CASTILLO 15X41 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-06	CASTILLO 15X66 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-07	CASTILLO 15X70 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
K-08	CASTILLO 15X81 cm DE CONCRETO ARMADO, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2
ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-SE_NOT-0008-S01 Y IX-T01-TREN-02-E02-PLAN-SE_SPE-0011-S01	

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE TUBERÍA
INDICA CORTE EN DIBUJO
DIRECCIÓN DE PENDIENTE
CAMBIO DE NIVEL

ABREVIACIÓNES

N.T.C.	Nivel tope de concreto
N.P.T.	Nivel de piso terminado
B.A.P.	Bajada de agua pluvial
B.A.G.	Bajada de aguas grises
B.A.N.	Bajada de aguas negras

MC02	TIPO DE MURO DE CONCRETO
MP01	TIPO DE MURO DE MAMPOSTERÍA
K-01	TIPO DE CASTILLOS
CM-01	TIPO DE COLUMNAS METÁLICAS
h= X / a= X	ALTURA DE PUERTA / ANCHO DE VANO
h= X.X / a= X	ALTURA VENTANA - ALTURA ANTEPECHO / ANCHO DE VANO
h= X / h=m X	ALTURA DE ANTEPECHO / ALTURA DE VANO

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y REVISIÓN DE INTERFACES, SIN QUE ELLO IMPLIQUE APROBACIÓN TÉCNICA DEL MISMO EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/TI.1.1.-031/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA DE ALBAÑILERÍA LÍMITE DE LOSAS - CUBIERTA

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**

ESC.: NO APLICA

ACOT.: metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**

FECHA: **29/05/2026**

REVISIÓN: **S01**

NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025

ESTADO DE PLANO: **02**

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ALB-0017-S01.dwg

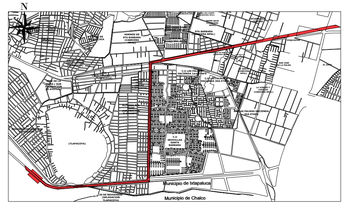
PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ALB-0017-S01



1 PLANTA GENERAL DE LOCALIZACIÓN - TLAPACOYA

1 : 2000

N



SIMBOLO DE EJE XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD / CATENARIA

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado
N.S.C.	Nivel superior de cubierta
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta
N.I.T.	Nivel inferior de trabe
N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.F.	Nivel bajo de fascia
Pend.	Pendiente

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- El nivel ±0.00 corresponde al nivel de la vialidad de proyecto de trazo.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	22/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando bajo responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamiento futuro".

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA SADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO, ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD DE LOS ELEMENTOS QUE LO CONFORMAN, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/ E 1 / 001/2026

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA GENERAL DE LOCALIZACIÓN

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD	TRAMO/PK
ARQUITECTURA	**FRENTE 1 CAPUFE**
ESC. NO APLICA	ACOT. **indicada en plano**
UBICACIÓN **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**	FECHA **29/05/2026**
REVISIÓN **S02**	
NOMBRE DEL PROYECTO **TROLEBUS IXTAPALUCA**	N° DE PROYECTO ARTF/027/09/2025
ESTADO DE PLANO **02**	

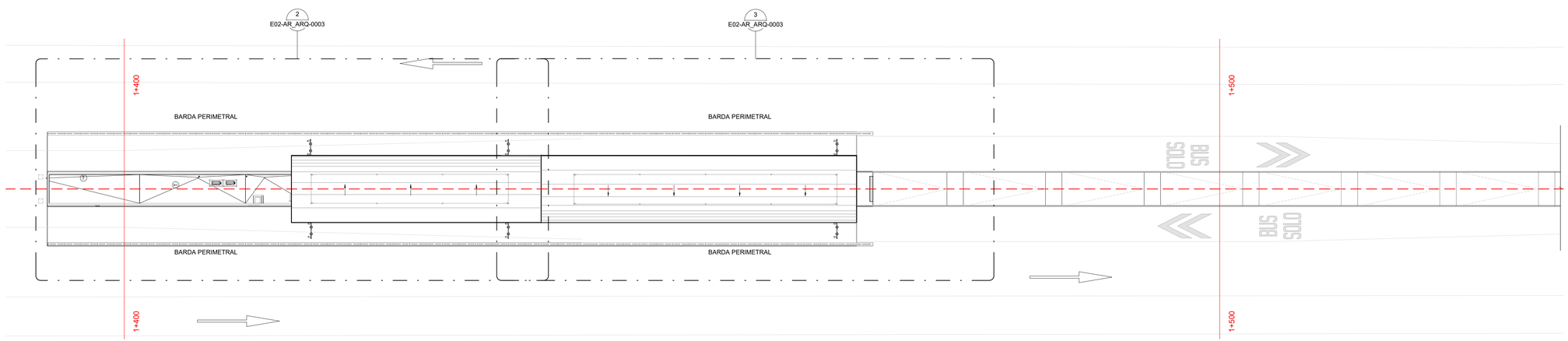
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0001-S02.DWG

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0001-S02



1 PLANTA GENERAL DE CONJUNTO - CONEXIÓN CON PUENTE PEATONAL EXISTENTE

1 : 500

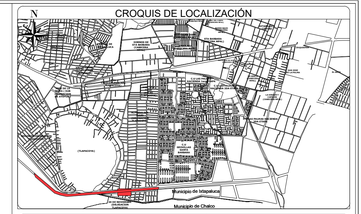


2 PLANTA GENERAL DE CONJUNTO - TLAPACOYA

1 : 200

N

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — 15.4

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS_ RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.3/1-1-01/2025"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA GENERAL DE CONJUNTO

APROBÓ	VALIDÓ

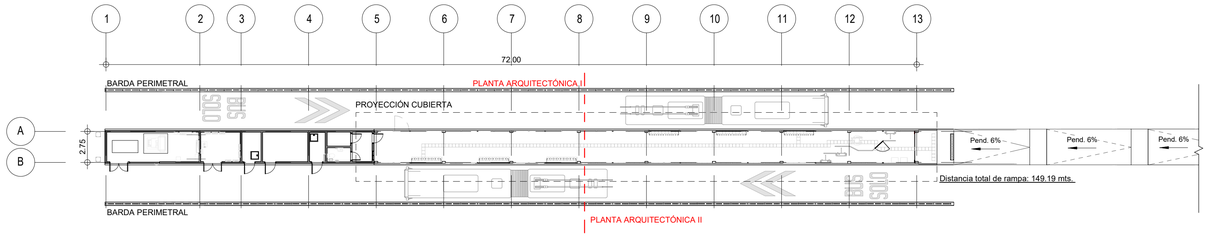
REALIZÓ	ESPECIALIDAD	TRAMO/PK
	ARQUITECTURA	**FRENTE 1 CAPUFE**
	ESC. NO APLICA	ACOT. metros

UBICACIÓN	FECHA	REVISIÓN
CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55	**29/05/2026**	**S02**

NOMBRE DEL PROYECTO	N° DE PROYECTO	ESTADO DE PLANO
TROLEBUS IXTAPALUCA	ARTF/077-OP/2025	**02**

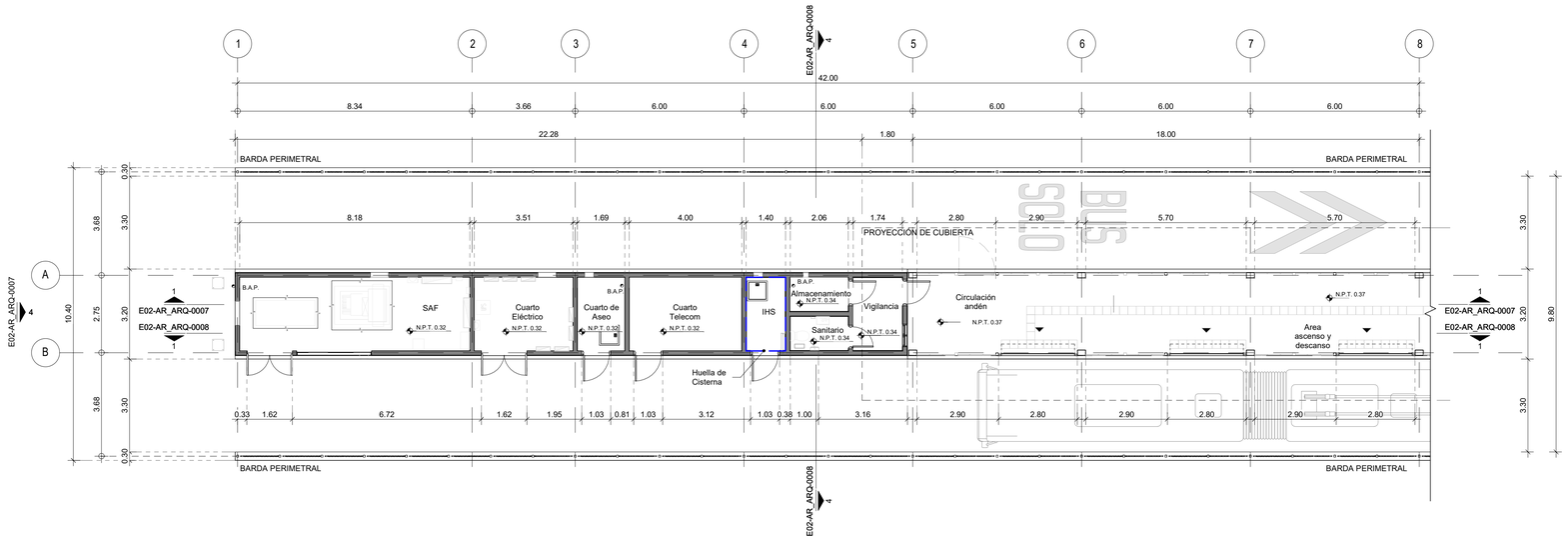
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0002-S02.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0002-S02



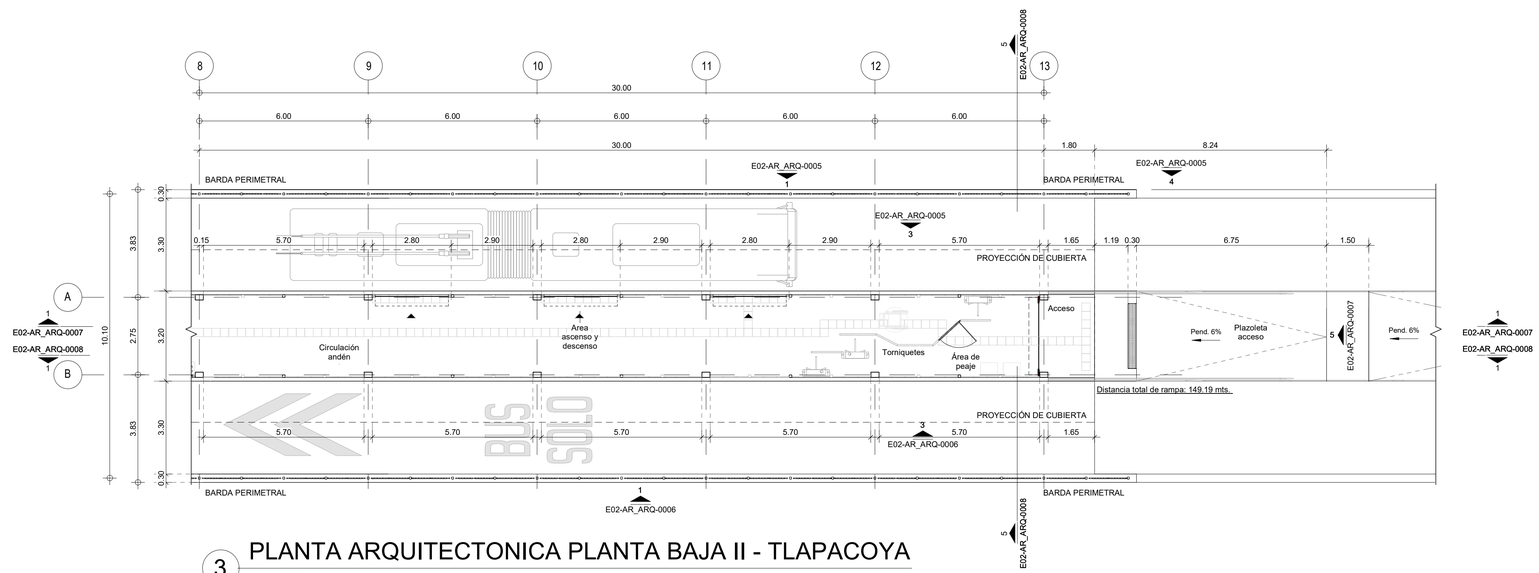
1 PLANTA ARQUITECTONICA LLAVE - TLAPACOYA

1 : 250



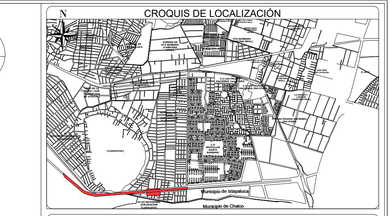
2 PLANTA ARQUITECTONICA PLANTA BAJA I - TLAPACOYA

1 : 100



3 PLANTA ARQUITECTONICA PLANTA BAJA II - TLAPACOYA

1 : 100



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE	XXX-ARQ-000
RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA	B1
SIMBOLO DE SECCIÓN	XXX-ARQ-000 / X
SIMBOLO DE ALZADO	XXX-ARQ-000 / X
INDICA CORTE EN DIBUJO	
CAMBIO DE NIVEL	
DIRECCIÓN DE PENDIENTE	
COTA DE ELEVACIÓN	

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-016: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vias generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO UNICAMENTE PARA EFECTOS DE ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA TROLEBUS EXO, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.5.1.-027/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA ARQUITECTÓNICA - PLANTA BAJA

APROBÓ

VALIDÓ

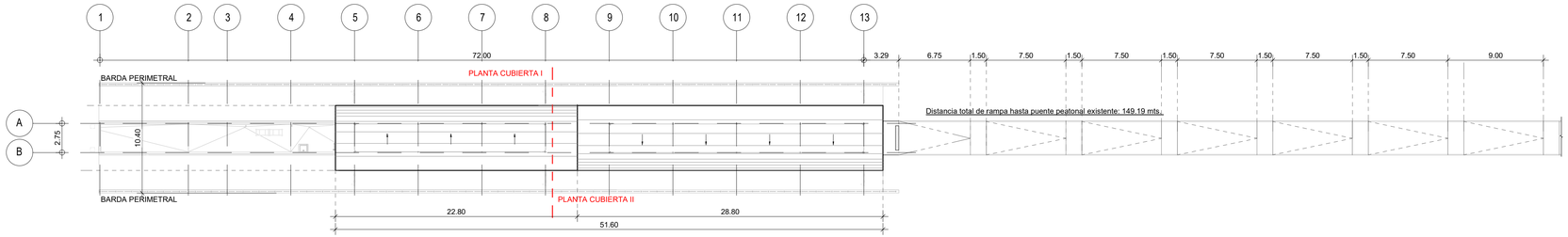
REALIZÓ

ESPECIALIDAD **ARQUITECTURA**	TRAMO/PK **FRENTE 1 CAPUFE**
ESC. NO APLICA	ACOT. metros
UBICACIÓN **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**	FECHA **29/05/2026**
REVISIÓN **S02**	
NOMBRE DEL PROYECTO **TROLEBUS IXTAPALUCA**	N° DE PROYECTO ARTF/077-OP/2025
ESTADO DE PLANO **02**	

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0003-S02.dwg

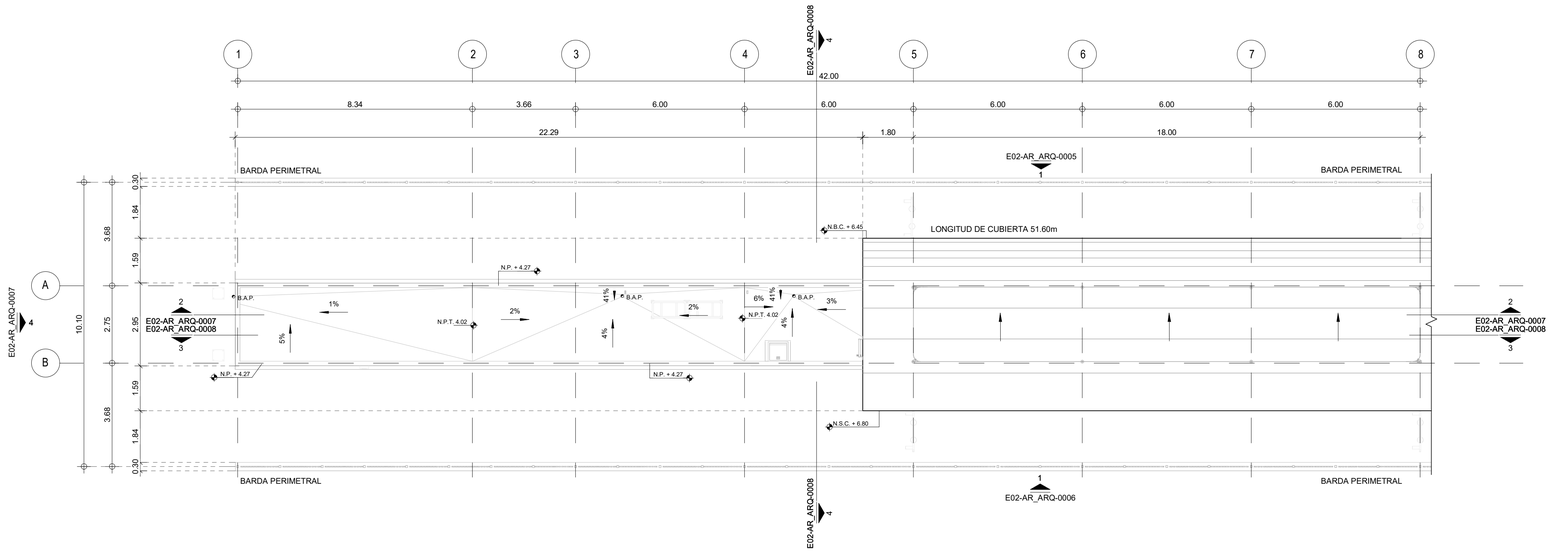
PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0003-S02

4m 3m 2m 1m 0m 2m 4m
Escala 1:100



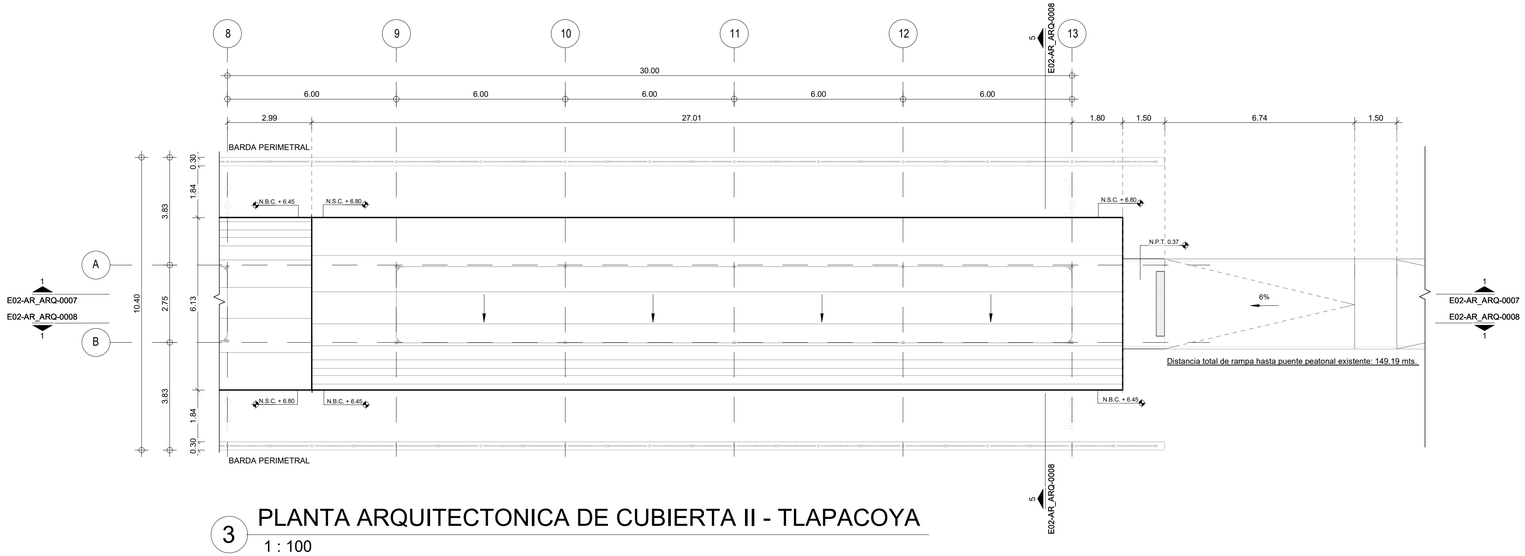
1 PLANTA ARQUITECTONICA DE CUBIERTA - TLAPACOYA

1 : 250



2 PLANTA ARQUITECTONICA DE CUBIERTA I - TLAPACOYA

1 : 100



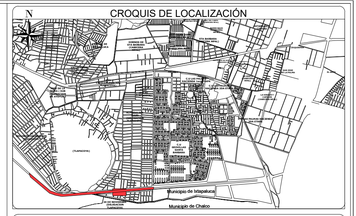
3 PLANTA ARQUITECTONICA DE CUBIERTA II - TLAPACOYA

1 : 100

N

Escala 1:100

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — 5m

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de proti
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vias generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TECNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO UNICAMENTE PARA EFECTOS DE ATENDER LOS COMENTARIOS QUE SE HAYAN TRASLADADO, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.5.1.-0211/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA

[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA ARQUITECTÓNICA DE CUBIERTA

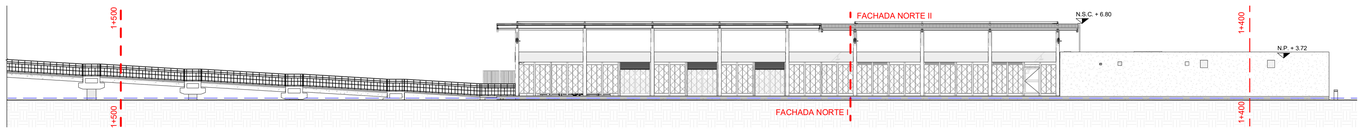
APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ	ESPECIALIDAD **ARQUITECTURA**	TRAMO/PK **FRENTE 1 CAPUFE**
	ESC. NO APLICA	ACOT. metros
UBICACIÓN **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**	FECHA **29/05/2026**	REVISIÓN **S02**
NOMBRE DEL PROYECTO **TROLEBUS IXTAPALUCA**	N° DE PROYECTO ARTF/077-OP/2025	ESTADO DE PLANO **02**

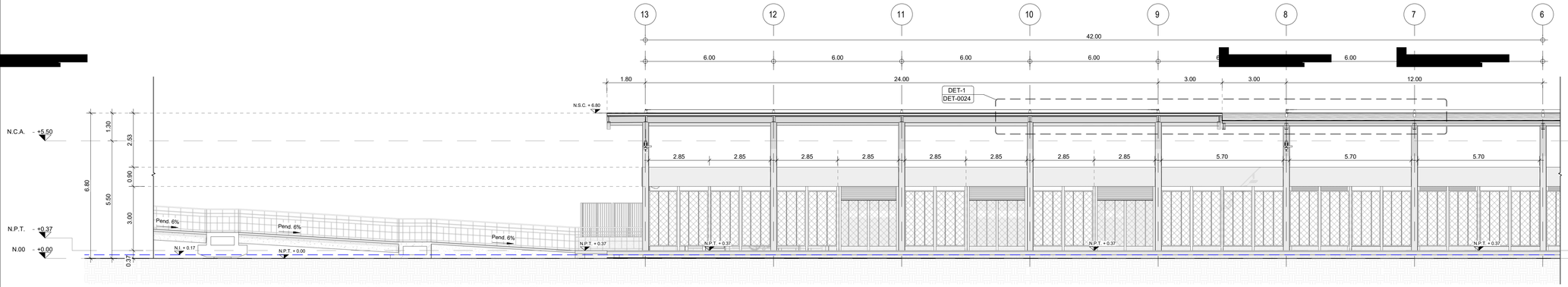
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0004-S02.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0004-S02



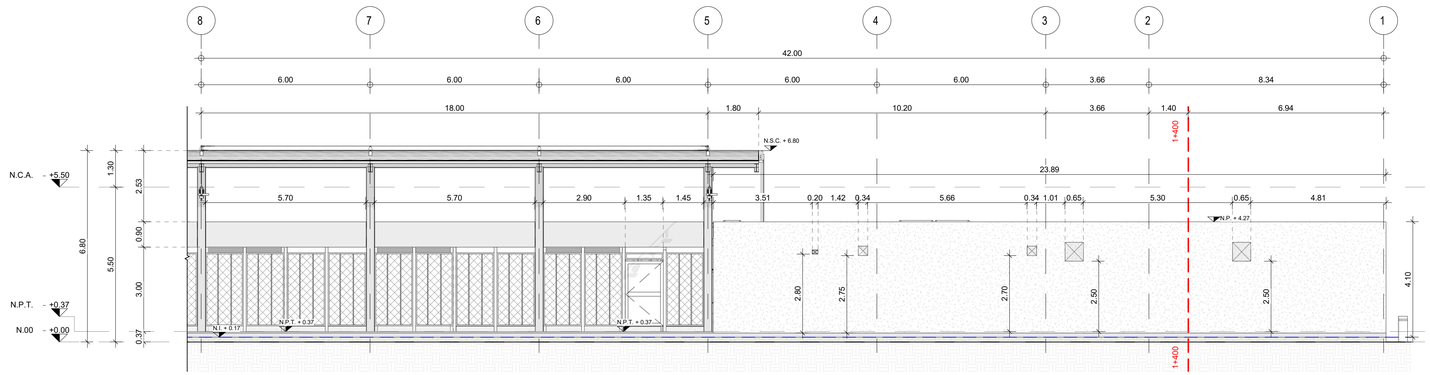
1 FACHADA ARQUITECTONICA NORTE - TLAPACOYA

1 : 250



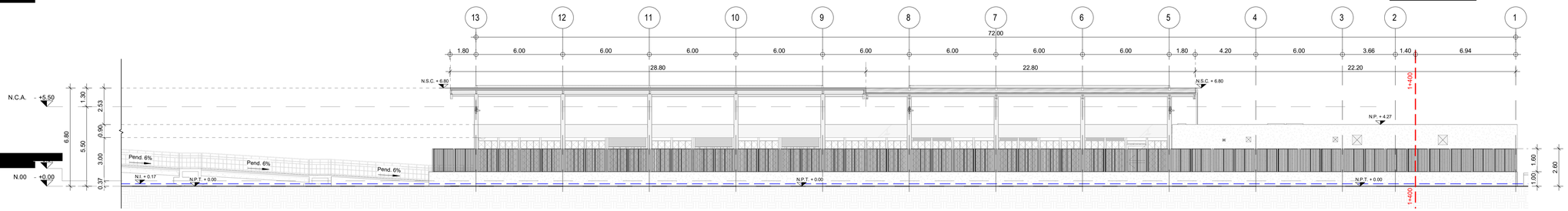
2 FACHADA ARQUITECTONICA NORTE I - TLAPACOYA

1 : 100



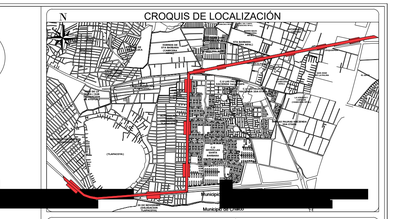
3 FACHADA ARQUITECTONICA NORTE II - TLAPACOYA

1 : 100



4 FACHADA EXTERIOR NORTE - TLAPACOYA

1 : 150



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE	XXX-ARQ-000
RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA	RSA
SIMBOLO DE SECCIÓN	XXX-ARQ-000
SIMBOLO DE ALZADO	XXX-ARQ-000
INDICA CORTE EN DIBUJO	
CAMBIO DE NIVEL	
DIRECCIÓN DE PENDIENTE	
COTA DE ELEVACIÓN	

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de preil
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA

"LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA PRESENTADA POR EL CONTRATISTA, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.6.1.-1011/2025"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA

TÍTULO DEL PLANO
ALZADOS - NORTE

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD
ARQUITECTURA

TRAMO/PK
FRENTE 1 CAPUFE

ACOT.

UBICACIÓN
CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55

FECHA
29/05/2026

REVISIÓN
S02

NOMBRE DEL PROYECTO
TROLEBUS IXTAPALUCA

N° DE PROYECTO
ARTF/077-OP/2025

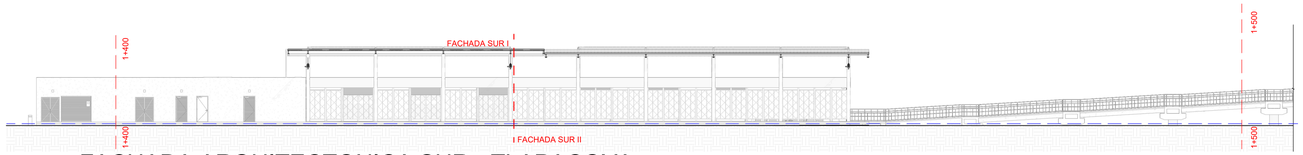
ESTADO DE PLANO
02

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0005-S02.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0005-S02

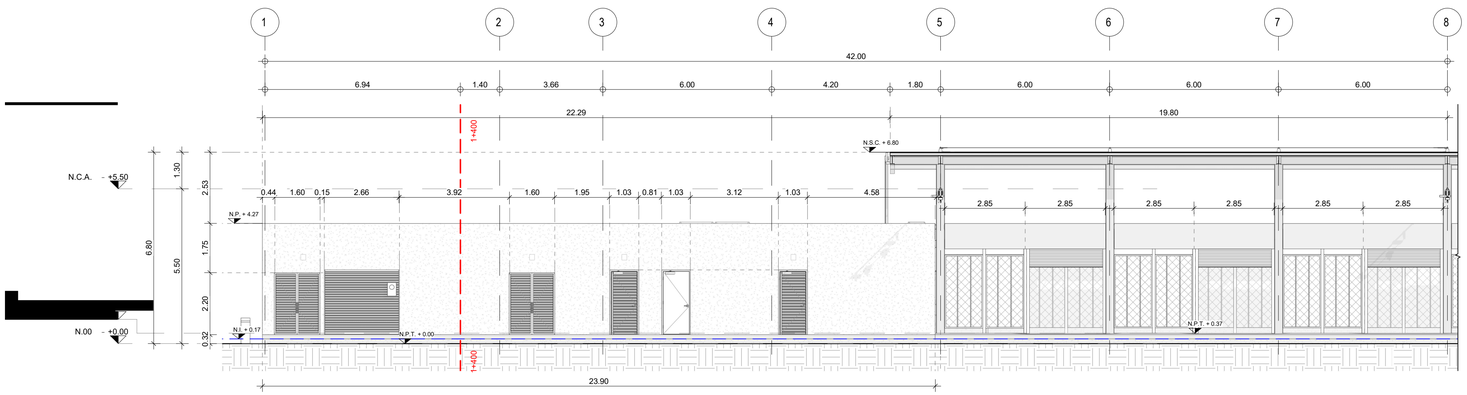
4m 3m 2m 1m 0m 2m 4m

Escala 1:100



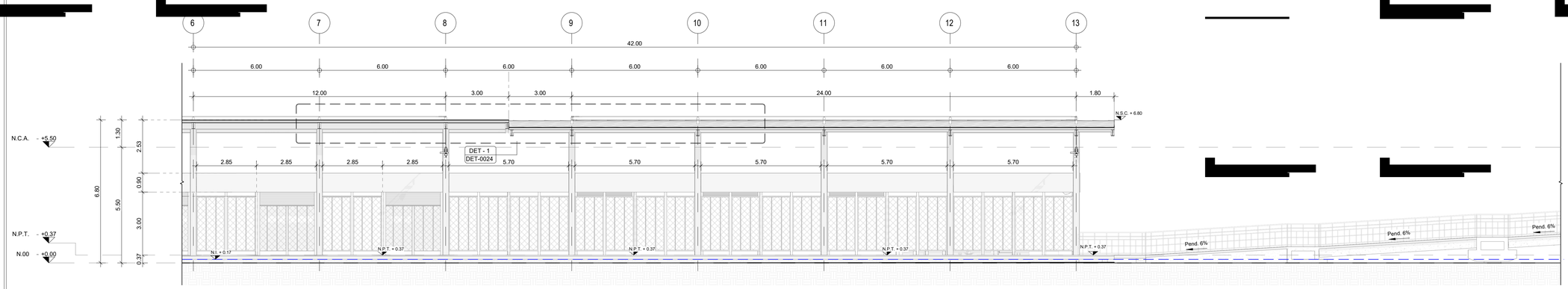
1 FACHADA ARQUITECTONICA SUR - TLAPACOYA

1 : 250



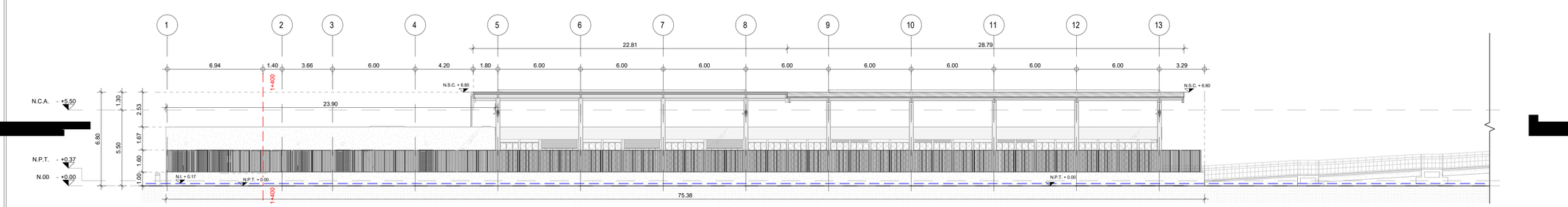
2 FACHADA ARQUITECTONICA SUR I - TLAPACOYA

1 : 100



3 FACHADA ARQUITECTONICA SUR II - TLAPACOYA

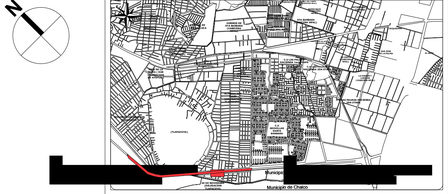
1 : 100



4 FACHADA EXTERIOR SUR - TLAPACOYA

1 : 150

Escala 1:100



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE	XXX-ARQ-000
RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA	R.S.
SIMBOLO DE SECCIÓN	XXX-ARQ-000
SIMBOLO DE ALZADO	XXX-ARQ-000
INDICA CORTE EN DIBUJO	
CAMBIO DE NIVEL	
DIRECCIÓN DE PENDIENTE	
COTA DE ELEVACIÓN	

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
	Nivel de losa de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
		Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTE

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

[redacted]ENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018; "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	[redacted] RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA ENTREGADA POR LOS CONTRATISTAS, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.6.1.-307/2025

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
ALZADOS - SUR

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ [redacted]

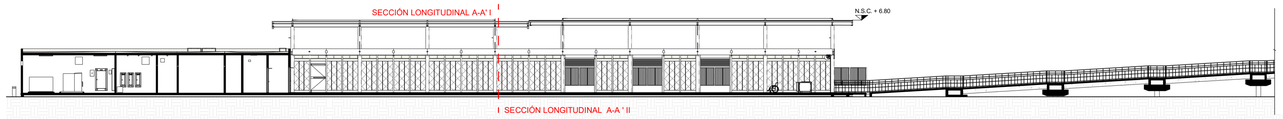
ESPECIALIDAD	TRAMO/PK	ESCALA
ARQUITECTURA	**FRENTE 1 CAPUFE**	[redacted] ACOT. metros

UBICACIÓN	FECHA	REVISIÓN
CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55	**29/05/2026**	**S02**

NOMBRE DEL PROYECTO	N° DE PROYECTO	ESTADO DE PLANO
TROLEBUS IXTAPALUCA	ARTF/077-OP/2025	**02**

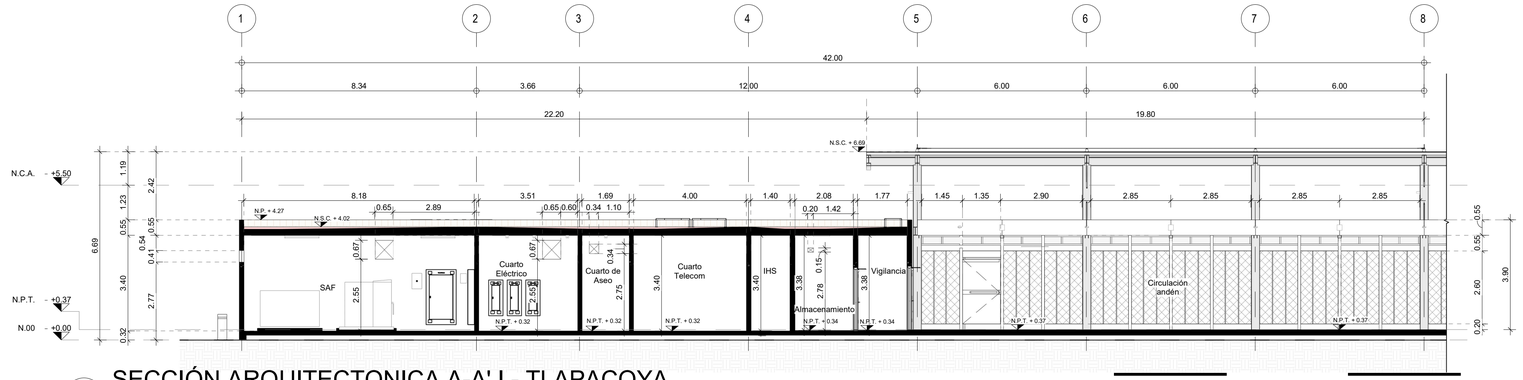
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0006-S02.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0006-S02



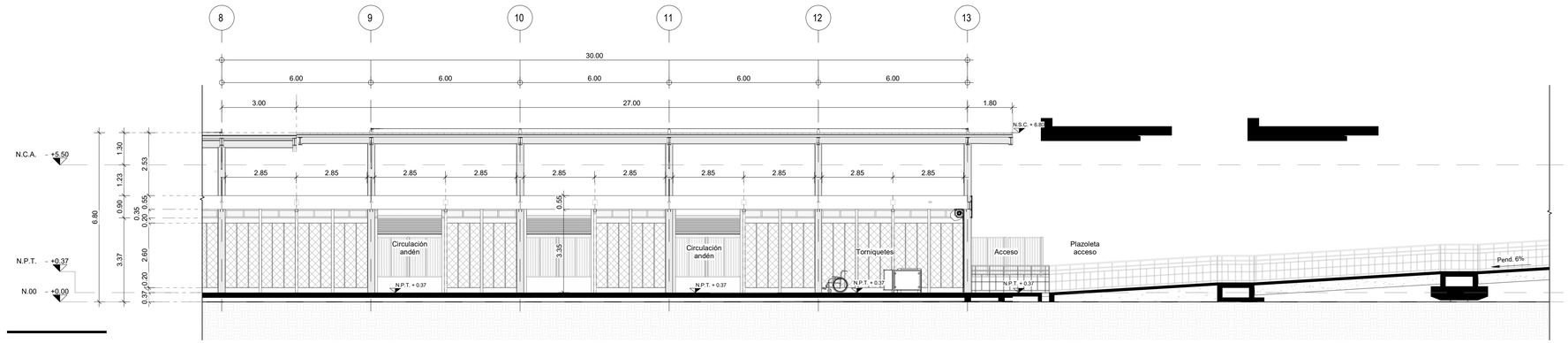
1 SECCIÓN ARQUITECTONICA A-A' - TLAPACOYA

1 : 250



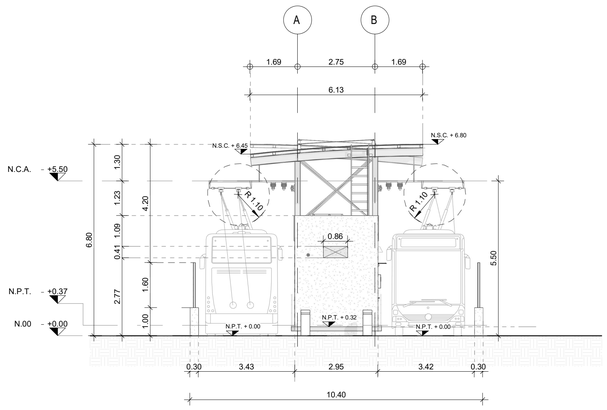
2 SECCIÓN ARQUITECTONICA A-A' I - TLAPACOYA

1 : 100



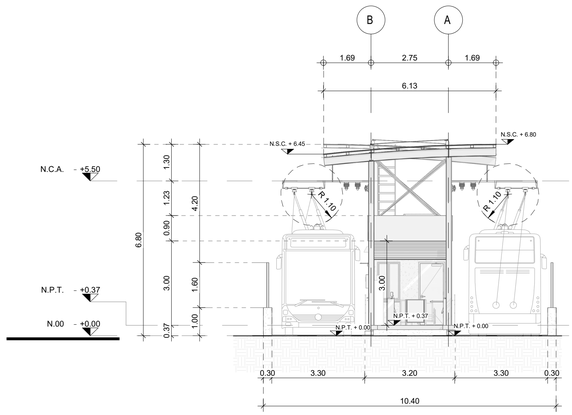
3 SECCIÓN ARQUITECTONICA A-A' II - TLAPACOYA

1 : 100



4 FACHADA OESTE - TLAPACOYA

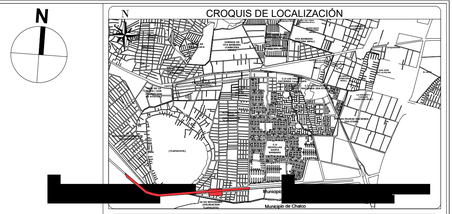
1 : 100



5 FACHADA ESTE - TLAPACOYA

1 : 100

Escala 1:100



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE	XXX-ARQ-000
RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA	R1
SIMBOLO DE SECCIÓN	XXX-ARQ-000
SIMBOLO DE ALZADO	XXX-ARQ-000
INDICA CORTE EN DIBUJO	
CAMBIO DE NIVEL	
DIRECCIÓN DE PENDIENTE	
COTA DE ELEVACIÓN	

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.C.A.	Nivel de corona de acera	N.I.	Nivel de inundación
		Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los trantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

[redacted]NES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

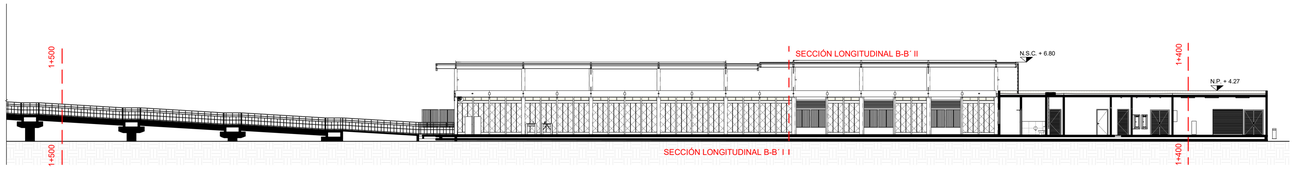
PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_____ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	[redacted] RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE NOMBRE_APELLIDOS_____ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA NOMBRE_APELLIDOS_____ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD DE LOS ENTREGABLES DEL CONTRATO DE OBRA (EPC) EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI-1.1.-01/2026

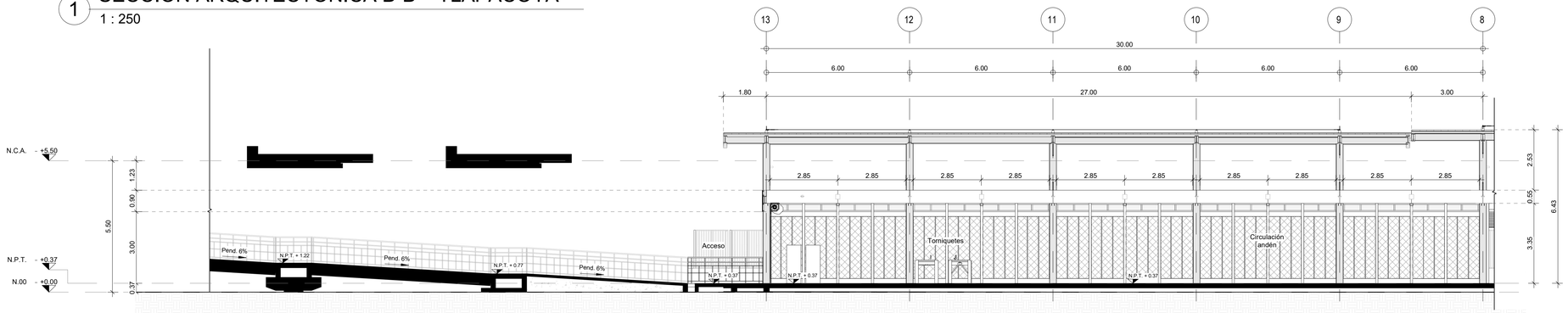
PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA	PROYECTISTA [redacted]
	TÍTULO DEL PLANO **ALZADOS ESTE Y OESTE - SECCIONES LONGITUDINALES**
APROBÓ	VALIDÓ
REALIZÓ	ESPECIALIDAD **ARQUITECTURA** / TRAMO/PK **FRENTE 1 CAPUFE** / [redacted] / ACOT. metros
UBICACIÓN **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**	FECHA **29/05/2026** / REVISIÓN **S02**
NOMBRE DEL PROYECTO **TROLEBUS IXTAPALUCA**	N° DE PROYECTO ARTF/077-OP/2025 / ESTADO DE PLANO **02**
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO **IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0007-S02.dwg**	
PLANO O CLAVE **IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0007-S02**	



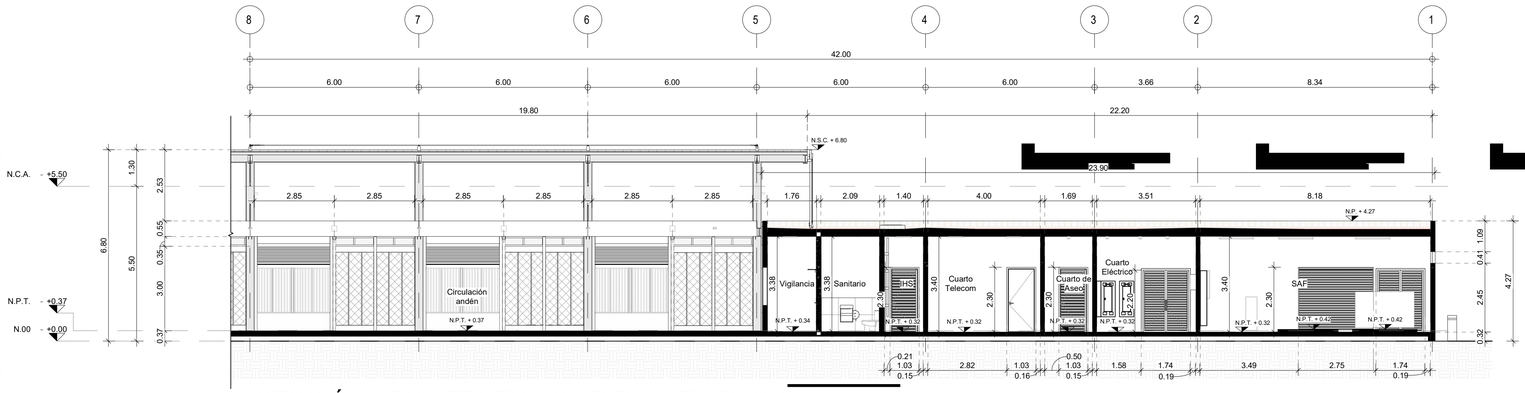
1 SECCIÓN ARQUITECTONICA B-B' - TLAPACOYA

1 : 250



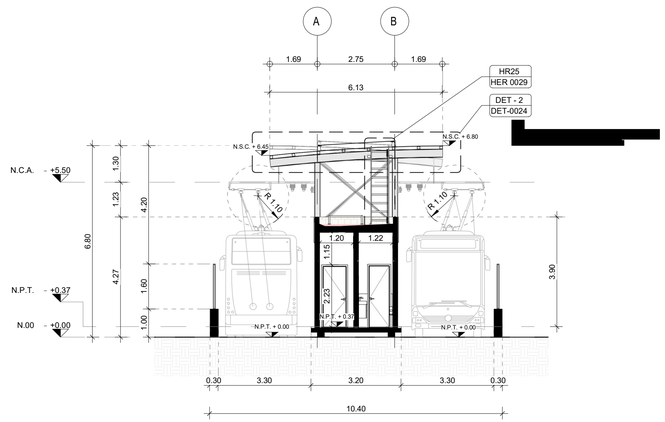
2 SECCIÓN ARQUITECTONICA B-B' I - TLAPACOYA

1 : 100



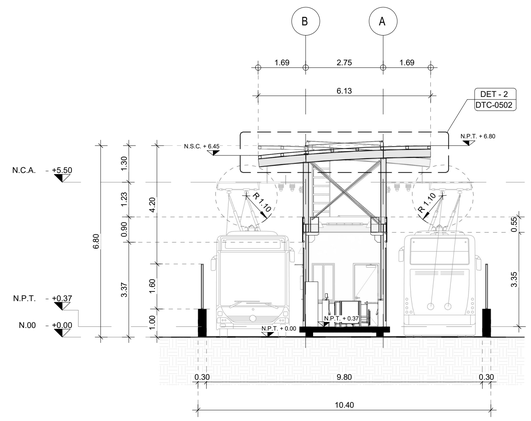
3 SECCIÓN ARQUITECTONICA B-B' II - TLAPACOYA

1 : 100



4 SECCIÓN ARQUITECTONICA C-C' - TLAPACOYA

1 : 100

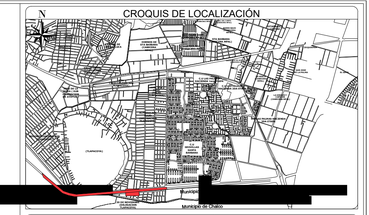


5 SECCIÓN ARQUITECTONICA D-D' - TLAPACOYA

1 : 100



Escala 1:100



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE	XXX-ARQ-000
RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA	R=1.10
SIMBOLO DE SECCIÓN	XXX-ARQ-000
SIMBOLO DE ALZADO	XXX-ARQ-000
INDICA CORTE EN DIBUJO	
CAMBIO DE NIVEL	
DIRECCIÓN DE PENDIENTE	
COTA DE ELEVACIÓN	

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.C.A.	Nivel de corona de carpeta	N.I.	Nivel de inundación
N.P.T.C.	Nivel de piso terminado	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

[redacted] Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

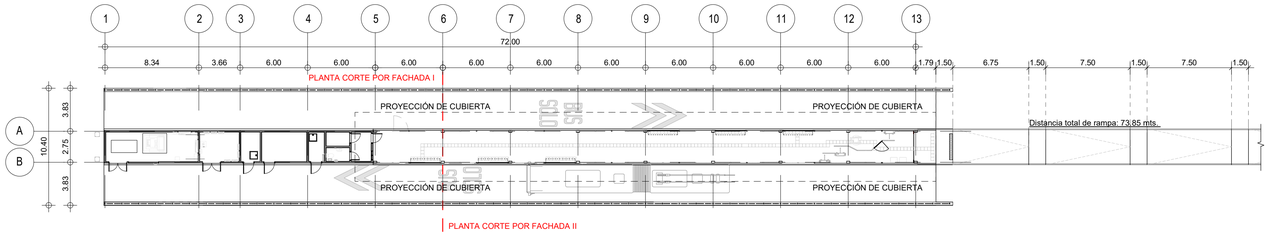
PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	[redacted] RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUBORDINE EL PRESENTE PLANO UNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL CAPÍTULO No. 4 ITEM 4.1 Y 4.1.1 DEL CONTRATO No. ATTRAPI-TI-1-1-2025"

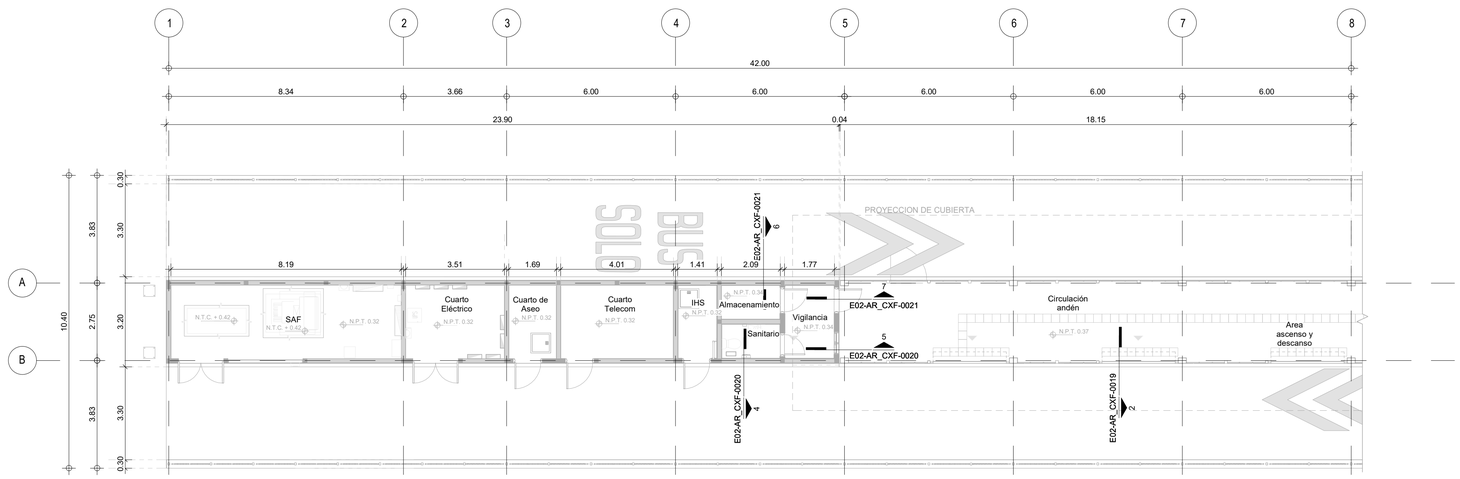
PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

[redacted]	PROYECTISTA [redacted]
	TÍTULO DEL PLANO **SECCIONES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES**
APROBÓ	VALIDÓ
REALIZÓ [redacted]	ESPECIALIDAD **ARQUITECTURA** / TRAMO/PK **FRENTE 1 CAPUFE** / [redacted] / ACOT. [redacted]
UBICACIÓN **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**	FECHA **29/05/2026** / REVISIÓN **S02**
NOMBRE DEL PROYECTO **TROLEBUS IXTAPALUCA**	N° DE PROYECTO ARTF/077-OP/2025 / ESTADO DE PLANO **02**
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO **IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0008-S02.dwg**	
PLANO O CLAVE **IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_ARQ-0008-S02**	



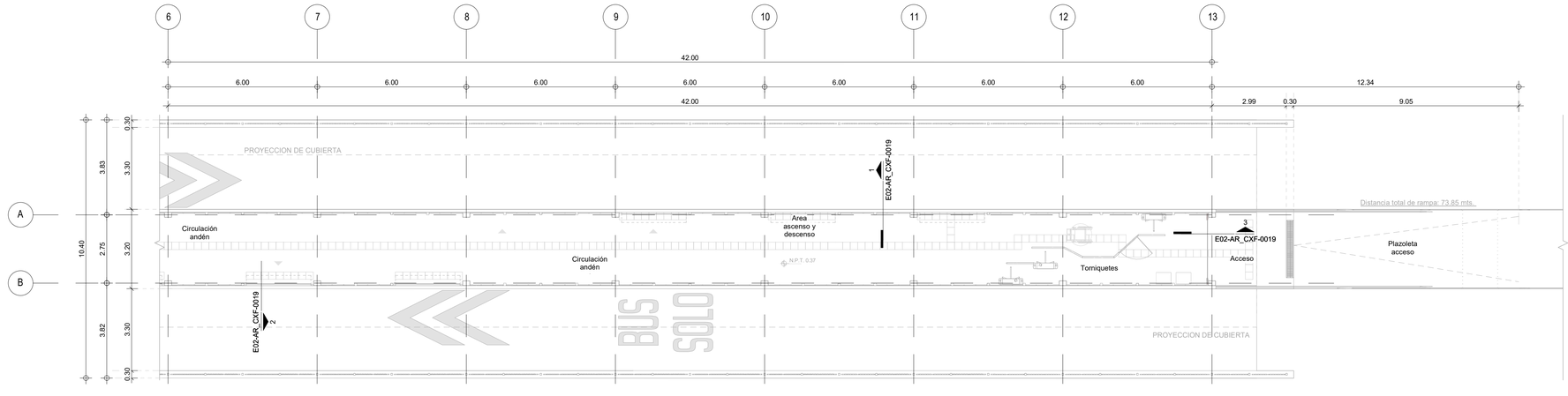
1 PLANTA LLAVE CORTES POR FACHADA - TLAPACOYA

1 : 250



2 PLANTA CORTES POR FACHADA I - TLAPACOYA

1 : 100



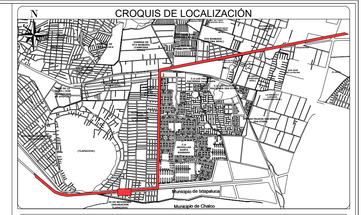
3 PLANTA CORTES POR FACHADA II - TLAPACOYA

1 : 100

4m 3m 2m 1m 0m 2m 4m

Escala 1:100

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI-T.Y.T.-0213/2025"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
CORTES POR FACHADA - ESTACIÓN - PLANO LLAVE

APROBÓ	VALIDÓ

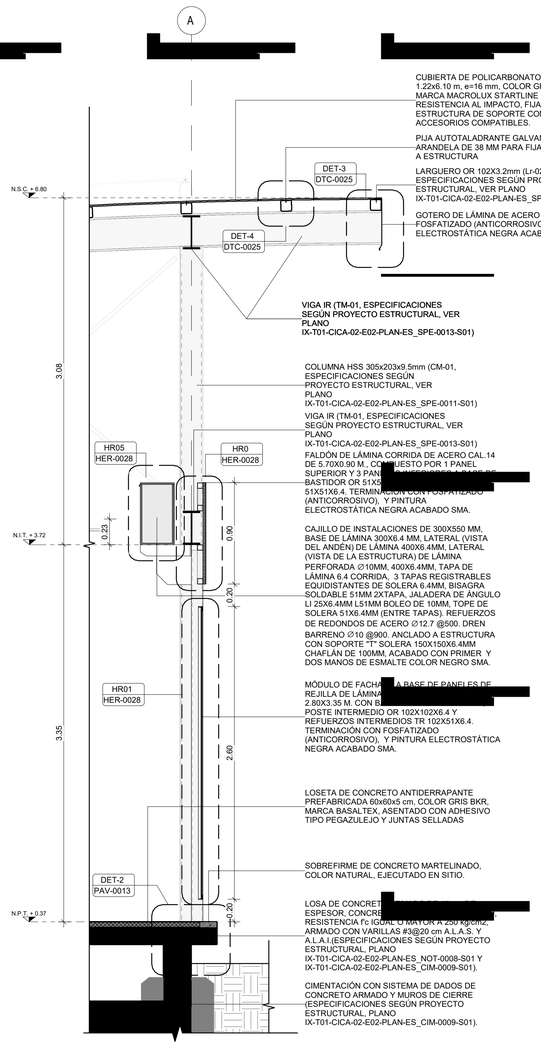
REALIZÓ	ESPECIALIDAD	TRAMO/PK
	ARQUITECTURA	**FRENTE 1 CAPUFE**
	ESC. NO APLICA	ACOT. metros

UBICACIÓN	FECHA	REVISIÓN
CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55	**29/05/2026**	**S01**

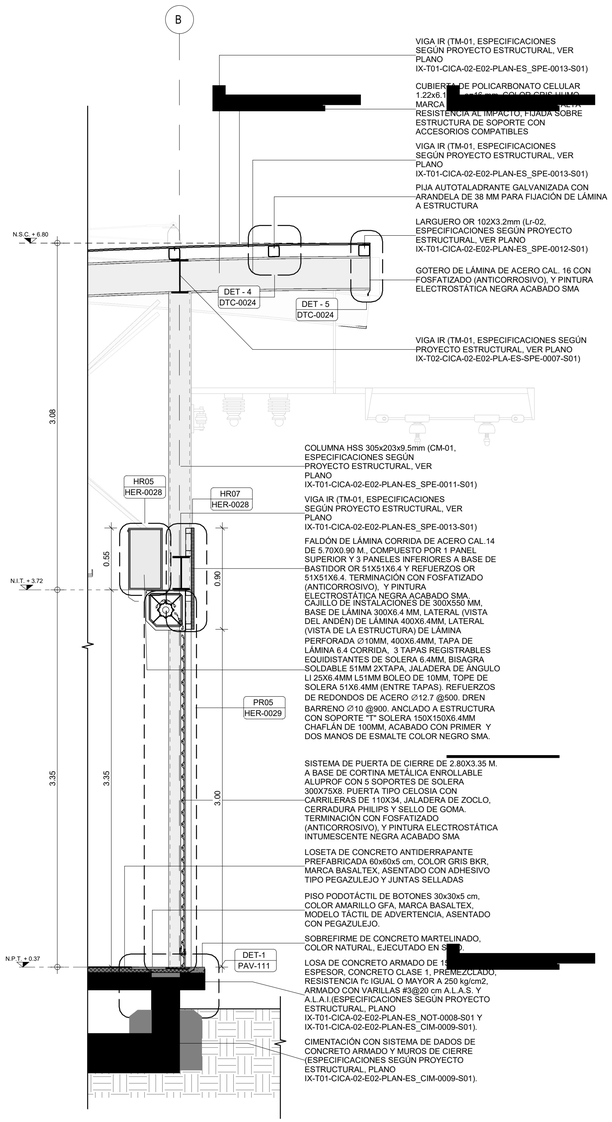
NOMBRE DEL PROYECTO	N° DE PROYECTO	ESTADO DE PLANO
TROLEBUS IXTAPALUCA	ARTF/077-OP/2025	**02**

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_CXF-0018-S01.dwg

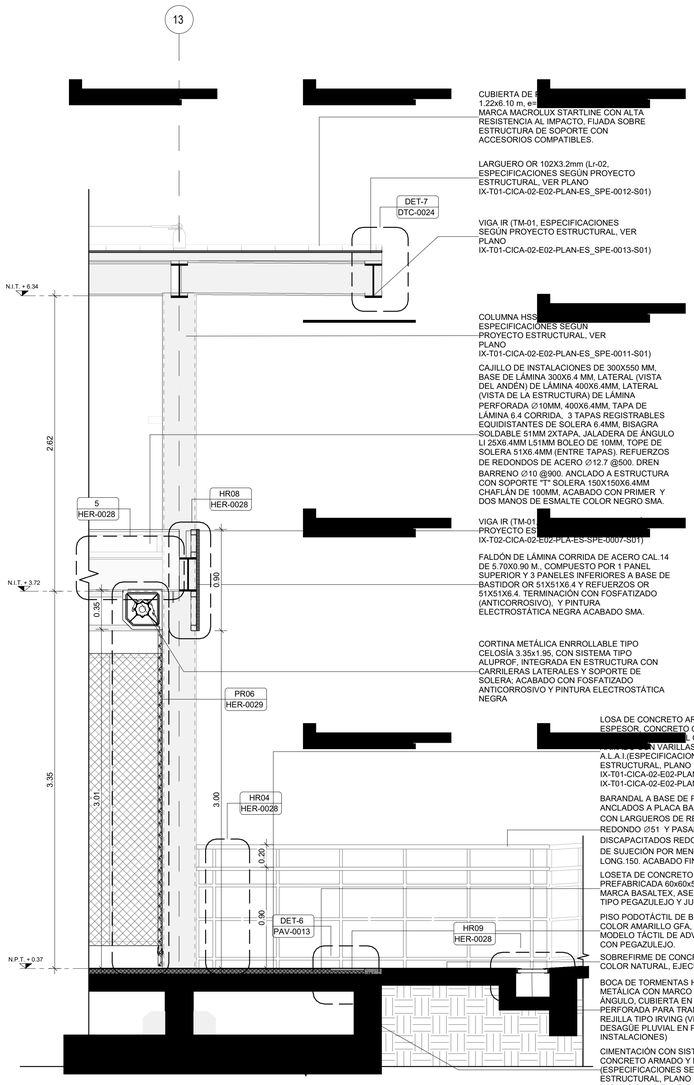
PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_CXF-0018-S01



1 CXF-01 - TLAPACOYA
1 : 25

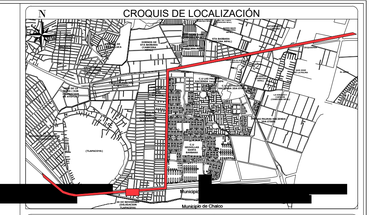


2 CXF-02 - TLAPACOYA
1 : 25



3 CXF-03 - TLAPACOYA
1 : 25

0.5m 0m 0.5m 1m 1.5m
Escala 1:25



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA
SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000
RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA
SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000
SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000
INDICA CORTE EN DIBUJO
CAMBIO DE NIVEL
DIRECCIÓN DE PENDIENTE
COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
[redacted]	[redacted]	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de enchcaramiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrados
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
[redacted] TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	[redacted] RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/ LS / 0251/2025"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
CORTES POR FACHADA - ESTACIÓN - 01

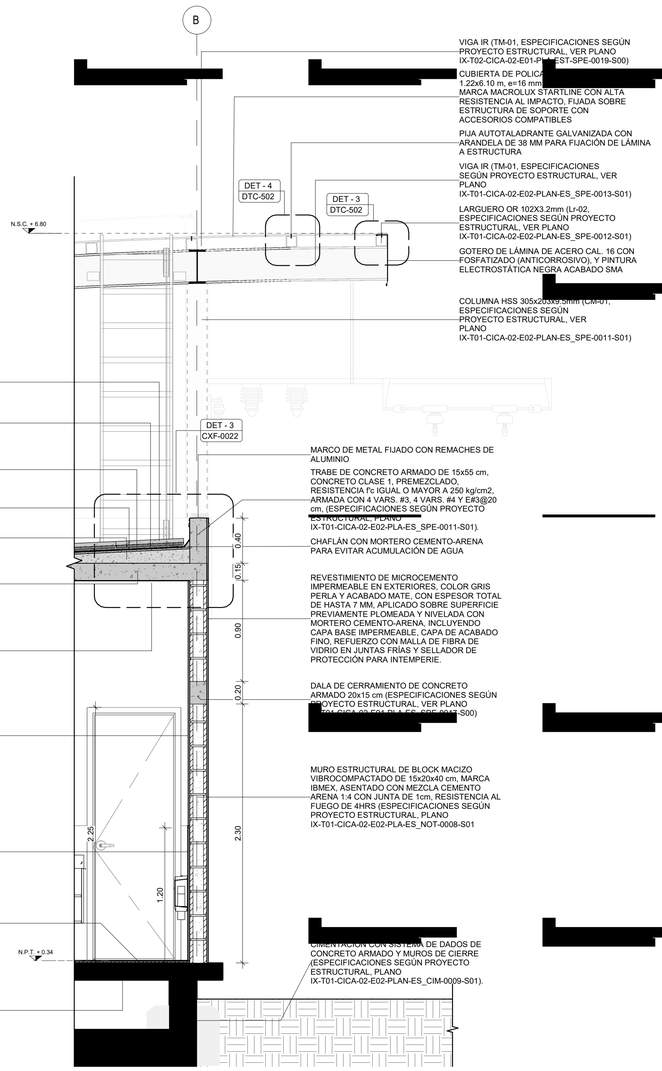
APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ [redacted]

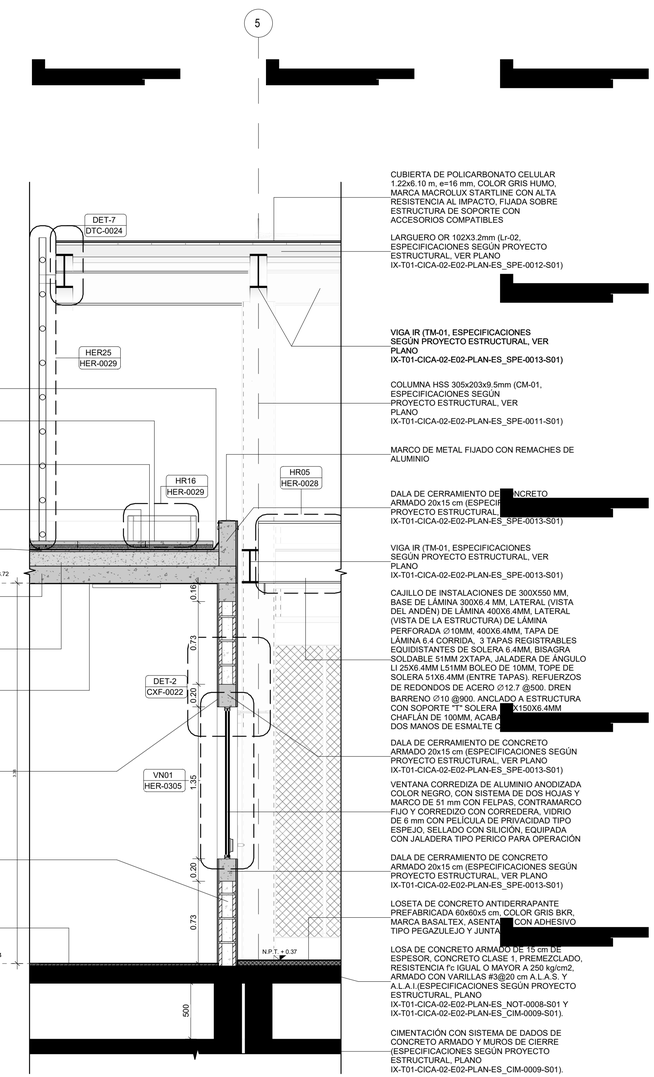
ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**
TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**
ACOT. [redacted] Metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**
FECHA: **29/05/2026**
REVISIÓN: **S01**
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**
N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025
ESTADO DE PLANO: **02**
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO: **IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_CXF-0019-S01.dwg**
PLANO O CLAVE: **IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_CXF-0019-S01**



4 CXF-04 - TLAPACOYA

1 : 25

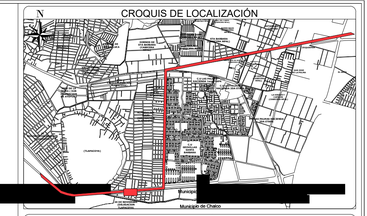


5 CXF-05 - TLAPACOYA

1 : 25

0.5m 0m 0.5m 1m 1.5m

Escala 1:25



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.S.T.	Nivel superior de trabe	N.I.	Nivel de inundación
N.B.T.	Nivel bajo de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

[illegible]ENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	[illegible] RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO UNICAMENTE PARA LA REVISIÓN DE LA CONGRUENCIA ENTRE LOS CONCEPTOS CON LA TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO DETALLADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/V. S.T. / 001/2022"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [illegible]

TÍTULO DEL PLANO
CORTES POR FACHADA - ESTACIÓN - 02

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ [illegible]

ESPECIALIDAD	TRAMO/PK
ARQUITECTURA	**FRENTE 1 CAPUFE**

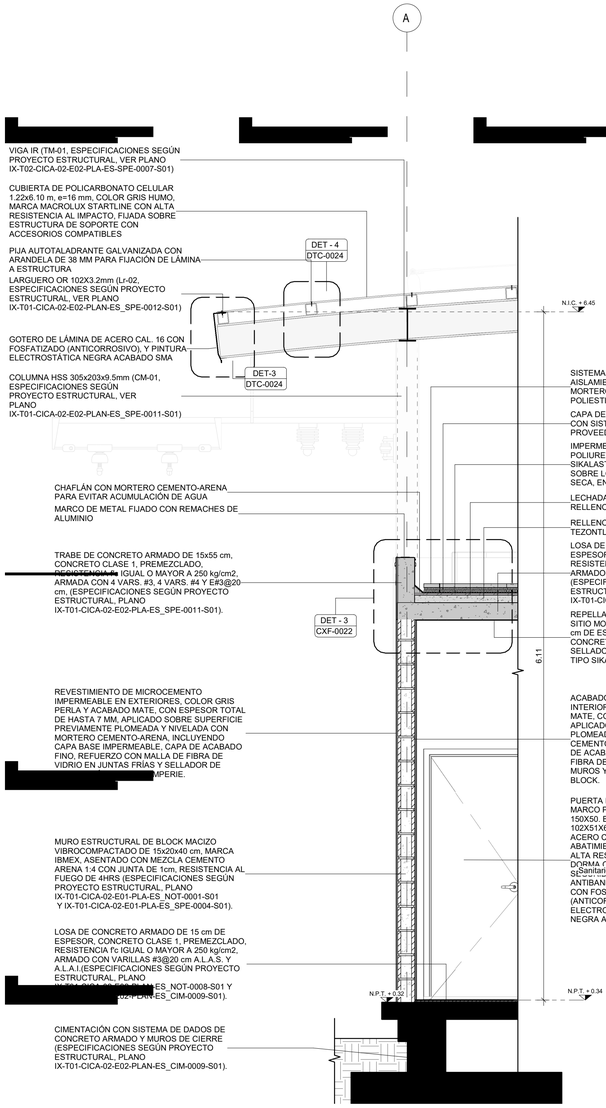
[illegible] ACOT. [illegible]etros

UBICACIÓN	FECHA	REVISIÓN
CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55	**29/05/2026**	**S01**

NOMBRE DEL PROYECTO	N° DE PROYECTO	ESTADO DE PLANO
TROLEBUS IXTAPALUCA	ARTF/077-OP/2025	**02**

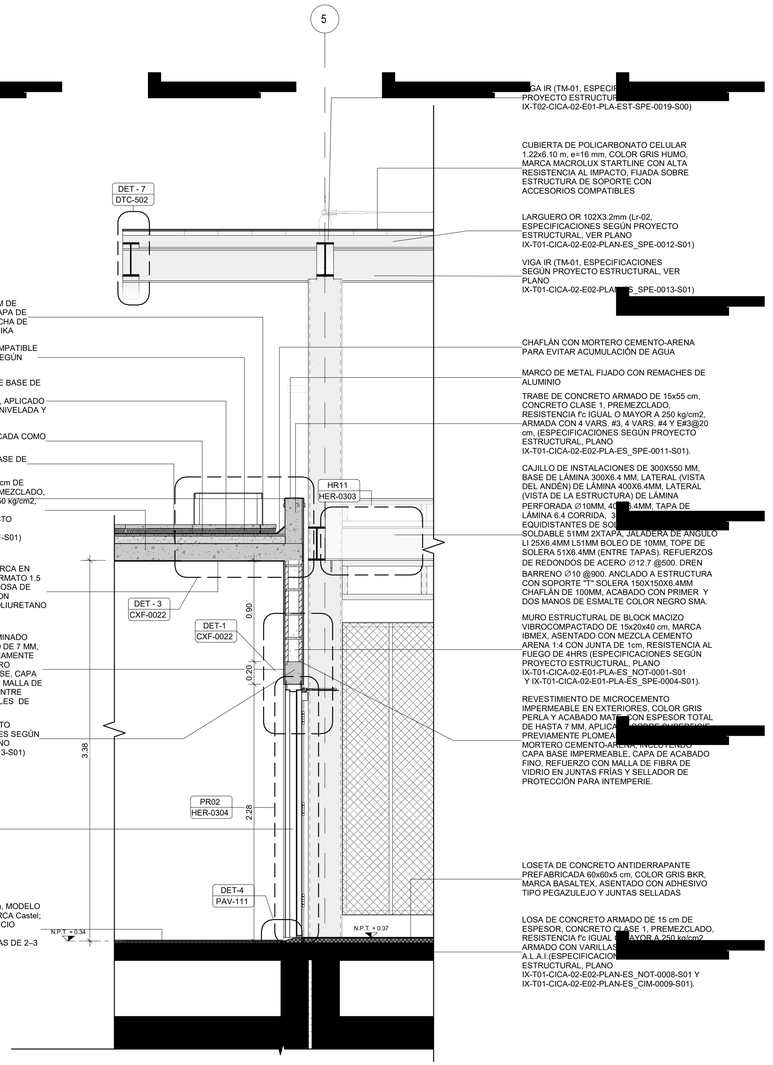
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_CXF-0020-S01.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_CXF-0020-S01



6 CXF-06 - TLAPACOYA

1 : 25



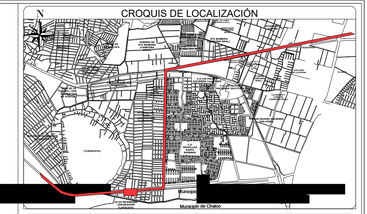
7 CXF-07 - TLAPACOYA

1 : 25

0.5m 0m 0.5m 1m 1.5m

Escala 1:25

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — B1

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.S.L.	Nivel superior de losa	N.I.	Nivel de inundación
N.B.L.	Nivel bajo de losa	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES — SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado — TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	[redacted] RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD DE LOS ELEMENTOS QUE LE CORRESPONDEN, DE ACUERDO CON EL ALCANCE DEL CONTRATO EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/ X.1.1.-XX/2026

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
CORTES POR FACHADA - ESTACIÓN - 03

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ [redacted]

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**

ACOT. [redacted] Metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**

FECHA: **29/05/2026**

REVISIÓN: **S01**

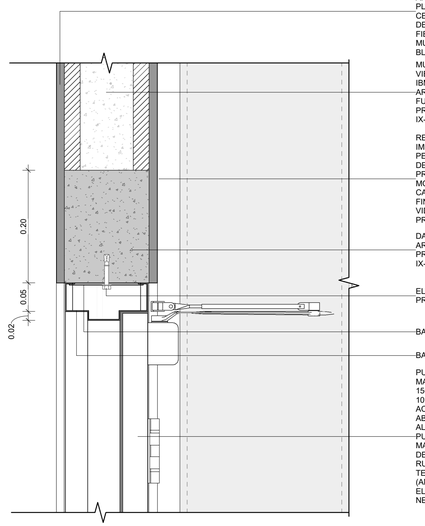
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO: **ARTF/077-OP/2025**

ESTADO DE PLANO: **02**

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_CXF-0021-S01.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_CXF-0021-S01



ACABADO DE MICROCEMENTO PARA INTERIORES, COLOR BLANCO Y TERMINADO MATE, CON ESPESOR TOTAL MÁXIMO DE 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA. INCLUYE CAPA BASE, CAPA DE ACABADO FINO Y REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS ENTRE MUROS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BLOCK.

MURO ESTRUCTURAL DE BLOCK VIBROCOMPACTADO DE 15x20x40 cm, MARCA IBMEX, ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:4 CON JUNTA DE 1cm, RESISTENCIA AL FUEGO DE 4HRS (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLA-ES_NOT-0008-S01

REVESTIMIENTO DE MICROCEMENTO IMPERMEABLE EN EXTERIORES, COLOR GRIS PERLA Y ACABADO MATE, CON ESPESOR TOTAL DE HASTA 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA, INCLUYENDO CAPA BASE IMPERMEABLE, CAPA DE ACABADO FINO, REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS Y SELLADOR DE PROTECCIÓN PARA INTEMPERIE.

DALA DE CERRAMIENTO DE CONCRETO ARMADO 20x15 cm (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, VER PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_SPE-0013-S01)

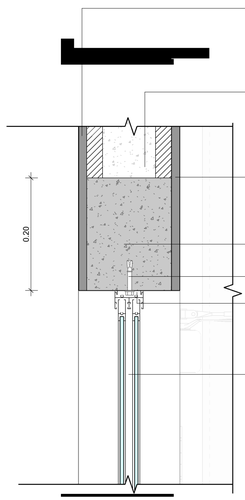
ELEMENTO DE ANCLAJE (DE ACUERDO CON PROVEEDOR)

BANDA DE ACERO GALVANIZADO

BASTIDOR METÁLICO PARA PUERTA

PUERTA DE 0.93X2.20 M. A BASE DE MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO OR 102X51X6.4. PANEL DE LÁMINA DE ACERO CAL.14. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 76MM DE ALTA RESISTENCIA Y CIERRA PUERTAS HIDRÁULICO 45KG. CHAPA MANIJA DORMA CL750 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDÁLICO. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMECENTE NEGRA ACABADO SMA

1 DETALLE DE PUERTA
1 : 5



ACABADO DE MICROCEMENTO PARA INTERIORES, COLOR BLANCO Y TERMINADO MATE, CON ESPESOR TOTAL MÁXIMO DE 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA. INCLUYE CAPA BASE, CAPA DE ACABADO FINO Y REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS ENTRE MUROS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BLOCK.

BLOCK MACIZO VIBROCOMPACTADO DE 15x20x40 cm, MARCA IBMEX, ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:4 CON JUNTA DE 1cm, RESISTENCIA AL FUEGO DE 4HRS (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLA-ES_NOT-0008-S01

REVESTIMIENTO DE MICROCEMENTO IMPERMEABLE EN EXTERIORES, COLOR GRIS PERLA Y ACABADO MATE, CON ESPESOR TOTAL DE HASTA 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA, INCLUYENDO CAPA BASE IMPERMEABLE, CAPA DE ACABADO FINO, REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS Y SELLADOR DE PROTECCIÓN PARA INTEMPERIE.

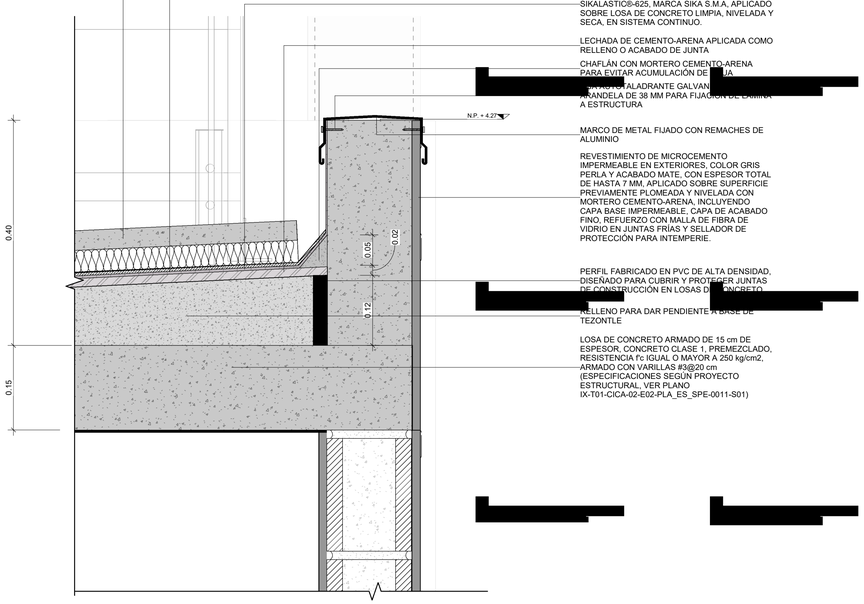
DALA DE CERRAMIENTO DE CONCRETO ARMADO 20x15 cm (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, VER PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_SPE-0013-S01)

[redacted] CON PROVEEDOR)

BANDA DE ACERO GALVANIZADO

VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO ANODIZADA COLOR NEGRO, CON SISTEMA DE DOS HOJAS Y MARCO DE 51 mm CON FELPAS, CONTRAMARCO FIJO Y CORREDIZO CON CORREDERA, VIDRIO DE 6 mm CON PELÍCULA DE PRIVACIDAD TIPO ESPEJO, SELLADO CON SILICIÓN, EQUIPADA CON JALADERA TIPO PERICO PARA OPERACIÓN

2 DETALLE DE VENTANA EN OFICINA
1 : 5



SISTEMA DE LOSA FILTRANTE DE 4CM DE AISLAMIENTO, CONFORMADO POR CAPA DE MORTERO CON AGREGADOS + PLANCHA DE POLIESTIRENO ESTRUIDO MARCA ®SIKA

CAPA DE MEMBRANA GEOTEXTIL COMPATIBLE CON SISTEMA (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROVEEDOR)

IMPERMEABILIZANTE TRANSPARENTE BASE DE POLIURETANO ALIFÁTICO TIPO SIKALASTIC®-625, MARCA SIKA S.M.A, APLICADO SOBRE LOSA DE CONCRETO LIMPIA, NIVELADA Y SECA, EN SISTEMA CONTINUO.

LECHADA DE CEMENTO-ARENA APLICADA COMO RELLENO O ACABADO DE JUNTA

CHAFLÁN CON MORTERO CEMENTO-ARENA PARA EVITAR ACUMULACIÓN DE [redacted]

[redacted] ALADRANTE GALVANIZADO ARANDELA DE 38 MM PARA FIJACIÓN DE BARRA A ESTRUCTURA

MARCO DE METAL FIJADO CON REMACHES DE ALUMINIO

REVESTIMIENTO DE MICROCEMENTO IMPERMEABLE EN EXTERIORES, COLOR GRIS PERLA Y ACABADO MATE, CON ESPESOR TOTAL DE HASTA 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA, INCLUYENDO CAPA BASE IMPERMEABLE, CAPA DE ACABADO FINO, REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS Y SELLADOR DE PROTECCIÓN PARA INTEMPERIE.

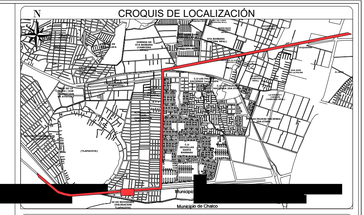
PERFIL FABRICADO EN PVC DE ALTA DENSIDAD, DISEÑADO PARA CUBRIR Y PROTEGER JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN LOSAS DE CONCRETO

RELLENO PARA DAR PENDIENTE A BASE DE TEZONTLE

LOSA DE CONCRETO ARMADO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA f'c IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2, ARMADO CON VARILLAS #3@20 cm (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, VER PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLA_ES_SPE-0011-S01)

3 DETALLE DE PRETIL
1 : 5

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARO-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARO-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARO-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.S.T.	Nivel superior de losa de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
		Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.377 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 0+063.52 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio [redacted]ráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-[redacted]EIN-0A, no contempla p[redacted]

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

[redacted]NES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	[redacted] RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI-Y 8.1-XX/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
DETALLES DE CORTES POR FACHADA

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD
ARQUITECTURA

TRAMO/PK
FRENTE 1 CAPUFE

[redacted] ACOT.
[redacted]etros

UBICACIÓN
CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55

FECHA
29/05/2026

REVISIÓN
S01

NOMBRE DEL PROYECTO
TROLEBUS IXTAPALUCA

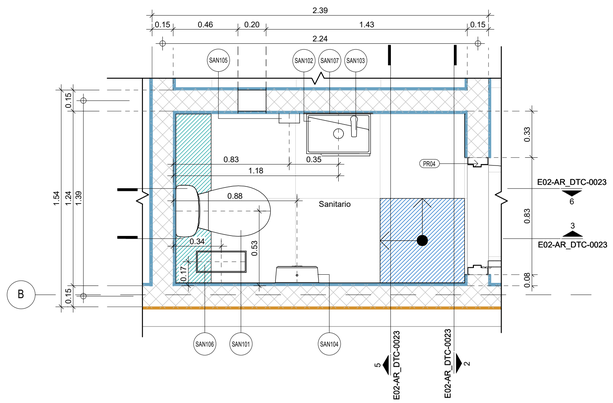
N° DE PROYECTO
ARTF/077-OP/2025

ESTADO DE PLANO
02

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_CXF-0022-S01.dwg

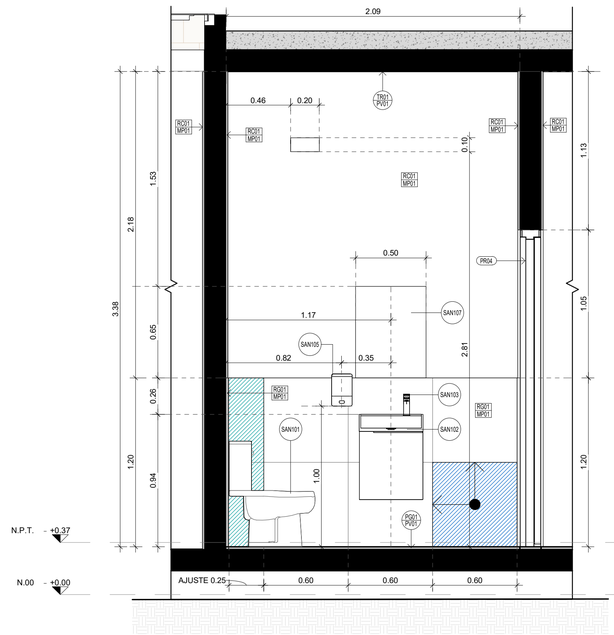
PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_CXF-0022-S01

0.1m 0m 0.1m 0.2m 0.3m
Escala 1:5



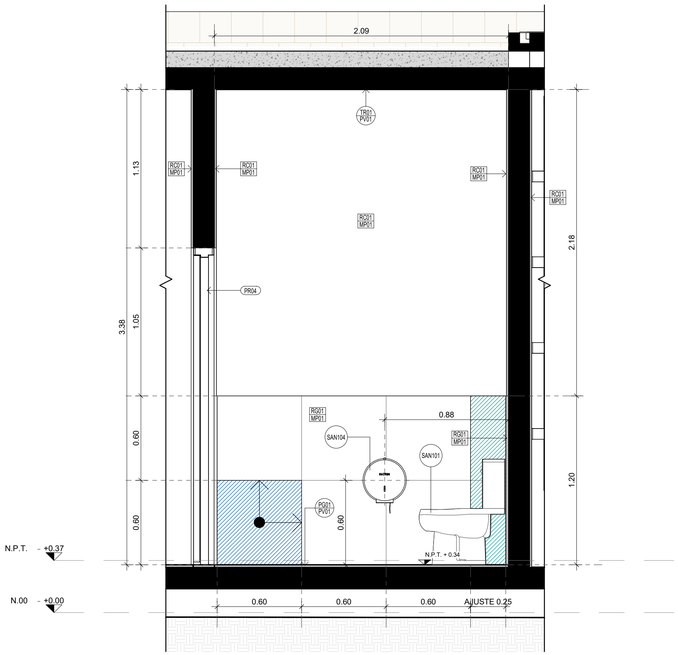
1 PLANTA DE DESPIECE EN BAÑOS - TLAPACOYA

1 : 20



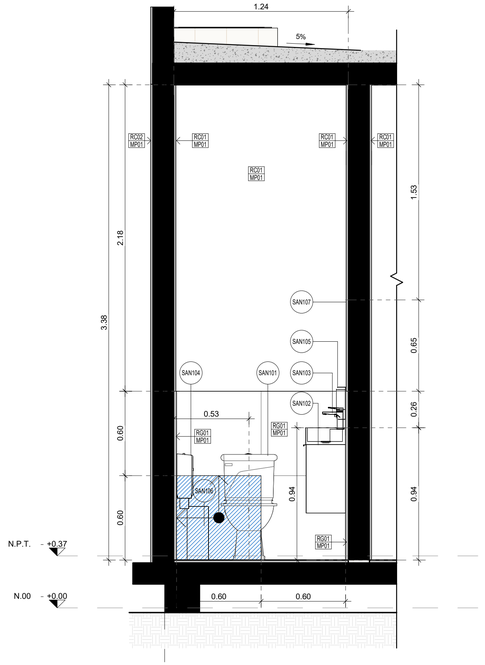
3 SECCION A-A DESPIECES - TLAPACOYA

1 : 20



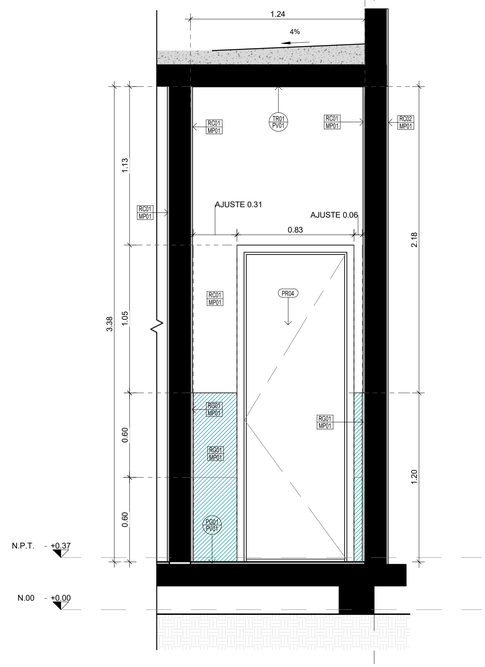
6 SECCION B-B DESPIECES - TLAPACOYA

1 : 20



5 SECCION 2-2 DESPIECES - TLAPACOYA1

1 : 20



2 SECCION 2-2 DESPIECES - TLAPACOYA

1 : 20

TABLA DE MOBILIARIO		
CODIGO	MUEBLES DE BAÑO	ELEMENTOS
SAN101	INODORO COMERCIAL ALARGADO DE MONTAJE A PISO POR MEDIO DE TORNILLOS Y CALAFATEADO CON SILICON DE BAÑO, MARCA KOHLER, MODELO BETELLO K-20198-0, COLOR BLANCO, CONSUMO DE 4.8 LPF (1.28 GPF), DESCARGA TIPO SIFÓN.	1
SAN102	GABINETE PARA BAÑO CON LAVABO INTEGRADO, MARCA LAPINE, MODELO LP16P2X-FE, SKU 166400, DIMENSIONES 40 X 22 X 56.2 CM. ESTRUCTURA EN MELAMINA CON ACABADO TIPO MADERA COLOR OLMO CLARO, FRENTES TIPO SLAB, BISAGRAS AJUSTABLES, EMPOTRADO CON MENSULAS Y TAQUETES. INCLUYE LAVABO DE MÁRMOL PROCESADO COLOR BLANCO CON PERFORACIÓN PARA MONOMANDO.	1
SAN103	MEZCLADORA PARA LAVABO, MARCA MOEN, MODELO 85810 (MCL1), ACABADO CROMO PULIDO, CUERPO DE LATÓN, CONFIGURACIÓN MONOMANDO, FIJACIÓN A LAVABOA A BASE DE TORNILLERIA Y CALAFATEADO CON SILICON DE BAÑO.	1
SAN104	DESPACHADOR DE PAPEL HIGIENICO, MARCA HOME DEPOT, MODELO 153186, COLOR BLANCO, FABRICADO EN PLÁSTICO, FIJACIÓN A MURO POR MEDIO DE TAQUETES Y TORNILLERIA.	1
SAN105	DISPENSADOR DE JABÓN LÍQUIDO, MARCA HOME DEPOT, MODELO Hb-5839 COLOR BLANCO, FABRICADO EN PLÁSTICO, FIJACIÓN A MURO POR MEDIO DE TAQUETES Y TORNILLERIA.	1
SAN106	BOTE DE BASURA CON TAPA OSCILANTE, MARCA KIS, MODELO 8077100-2208, CAPACIDAD ESTÁNDAR, COLOR NEGRO	1
SAN107	ESPEJO RECTANGULAR FABRICADO A MEDIDA, DIMENSIONES 0.65 X 0.55 m, ESPEJO DE 6mm DE ESPESOR, CANTO PULIDO PERIMETRAL Y MONTAJE A MURO MEDIANTE ADHESIVO ESPECIALIZADO.	1

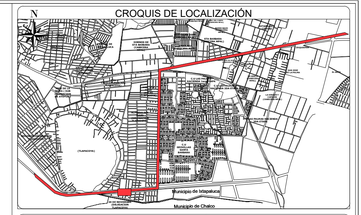
TABLA DE PUERTAS		
CODIGO	PUERTA	ELEMENTOS
PR04	PUERTA DE 0.83X2.20 M. A BASE DE MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO OR 102X51X6.4. PANEL DE LÁMINA DE ACERO CAL.14. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 76MM DE ALTA RESISTENCIA. CHAPA MANIJA DORMA PARA BAÑO.TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMECENTE NEGRA ACABADO SMA	1

TIPOS DE MURO	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
MP01	MURO ESTRUCTURAL DE BLOCK MACIZO VIBROCOMPACTADO DE 15x20x40 cm, MARCA IBMEX, ASENTADO CON MEZCLA CEMENTO ARENA 1:4 CON JUNTA DE 1cm, RESISTENCIA AL FUEGO DE 4HRS, (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_NOT-0008-S00).
ACABADOS EN MUROS	
RC01	ACABADO DE MICROCEMENTO PARA INTERIORES, COLOR BLANCO Y TERMINADO MATE, CON ESPESOR TOTAL MÁXIMO DE 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA. INCLUYE CAPA BASE, CAPA DE ACABADO FINO Y REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS ENTRE MUROS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES O DE BLOCK. * EN MUROS DE CONCRETO, EL SISTEMA SE APLICARÁ DIRECTAMENTE SOBRE EL SUSTRATO, SIN CAPA NIVELANTE PREVIA DE MORTERO. PARA EL CUARTO IHS, INCLUYE LA APLICACIÓN PREVIA DE RECUBRIMIENTO IMPERMEABILIZANTE PARA MURO Sika Zero Salitre COMO BARRERA CONTRA SALITRE, MOHO Y HUMEDAD.
RC02	REVESTIMIENTO DE MICROCEMENTO IMPERMEABLE EN EXTERIORES, COLOR GRIS PERLA Y ACABADO MATE, CON ESPESOR TOTAL DE HASTA 7 MM, APLICADO SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE PLOMEADA Y NIVELADA CON MORTERO CEMENTO-ARENA, INCLUYENDO CAPA BASE IMPERMEABLE, CAPA DE ACABADO FINO, REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS FRÍAS Y SELLADOR DE PROTECCIÓN PARA INTEMPERIE.
RC03	RECUBRIMIENTO EPÓXICO DE ALTOS SÓLIDOS DE DOS COMPONENTES, TIPO SIKAGARD®-62 O EQUIVALENTE APROBADO, LIBRE DE SOLVENTES, NO FLAMABLE Y DE ALTA RESISTENCIA MECÁNICA Y QUÍMICA, APLICADO EN CAPA CONTINUA SOBRE SUPERFICIE PREPARADA, INCLUYENDO LIMPIEZA DEL SUSTRATO, APLICACIÓN DEL SISTEMA Y REFUERZO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN JUNTAS Y FISURAS, CON ESPESOR APROXIMADO DE 1.5 MM.
RG01	RECUBRIMIENTO CERÁMICO ANTIDERRAPANTE 60x60cm, MODELO SKU: PHL06GR1, COLOR GRIS CLARO, MARCA CASTEL MÉXICO S.M.A, ASENTADO CON ADHESIVO CERÁMICO DE ALTA ADHERENCIA, TERMINACIONES EN JUNTAS CON BOQUILLA EN MURO.

0.8m 0.6m 0.4m 0.2m 0m 0.4m 0.8m

Escala 1:20

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000
RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — 5.1
SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000 / 1
SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000 / 1
INDICA CORTE EN DIBUJO
CAMBIO DE NIVEL
DIRECCIÓN DE PENDIENTE
COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

SIMBOLOGÍA ACABADOS

INICIO DE DESPIECE EN PAVIMENTOS
PIEZAS DE AJUSTE EN PAVIMENTOS
CAMBIO DE ACABADO EN PISO
CAMBIO DE ACABADO EN MURO
CAMBIO DE ACABADO EN PLAFÓN
INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLANTA
TAPAJUNTAS VIGILANCIA - ANDEN
PH01 PV01 — TIPO DE ACABADO EN PISO / TIPO DE PISO
RC01 MP01 — TIPO DE ACABADO EN MURO / TIPO DE MURO
FD01 ST01 — TIPO DE ACABADO EN HERRERÍA / ELEMENTO METÁLICO
CM01 — TIPO DE ACABADO EN PLAFÓN / TIPO DE ACABADO EN CUBIERTA

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES — SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado — AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO UNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI-V.B.1-0012/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
DESPIECE DE BAÑOS

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

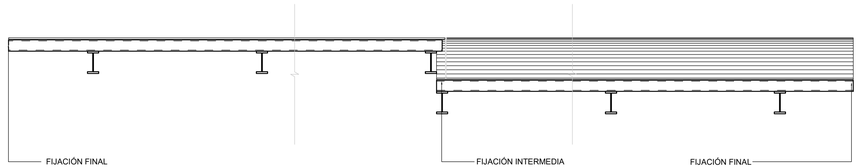
ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**
TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**
ESC.: NO APLICA
ACOT.: metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**
FECHA: **29/05/2026**
REVISIÓN: **S01**

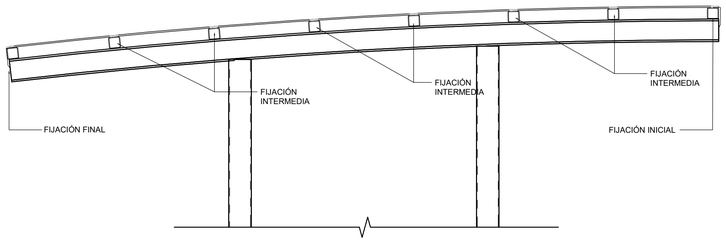
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**
N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025
ESTADO DE PLANO: **02**

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_DTC-0023-S01.dwg

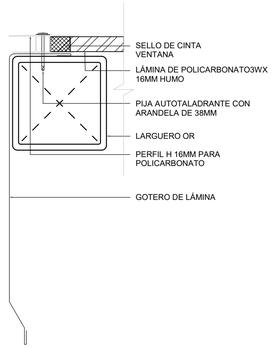
PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_DTC-0023-S01



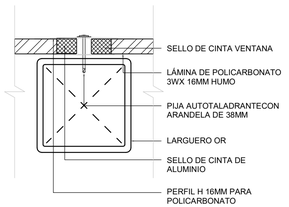
1 DET - 1 CUBIERTA CORTE LONGITUDINAL
1 : 25



2 DET - 2 CUBIERTA CORTE TRANSVERSAL
1 : 25



3 DET - 3 MONTEN INICIO
1 : 3





CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA

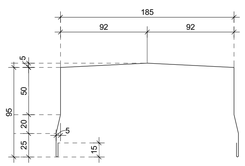


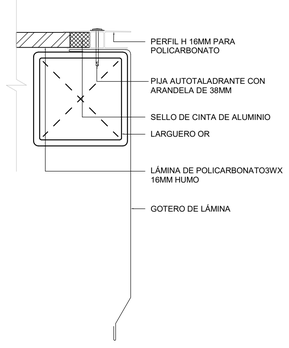
LÁMINA DE ACERO CAL. 16 DESARROLLO = 400mm

LÁMINA DE ACERO CAL. 16 DESARROLLO = 400mm

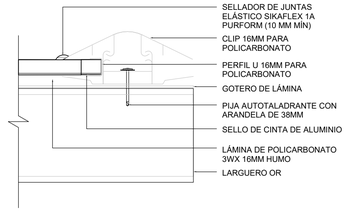
GOTERO DE LÁMINA 1

GOTERO DE LÁMINA 2

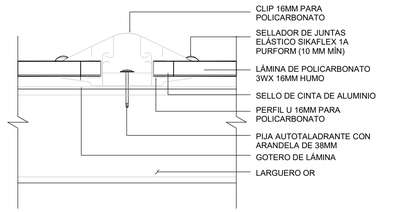
4 DET - 4 MONTEN INTERMEDIO
1 : 3



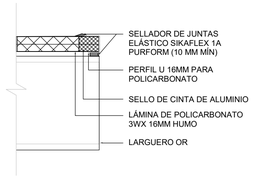
6 DET - 6 GOTEROS DE LÁMINA
1 : 3



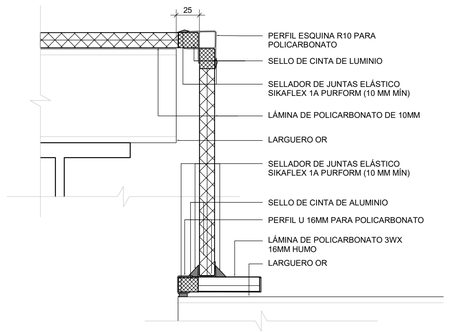
10 DET - 10 LONGITUDINAL EXTREMOS
1 : 3



11 DET - 11 LONGITUDINAL INTERMEDIO
1 : 3

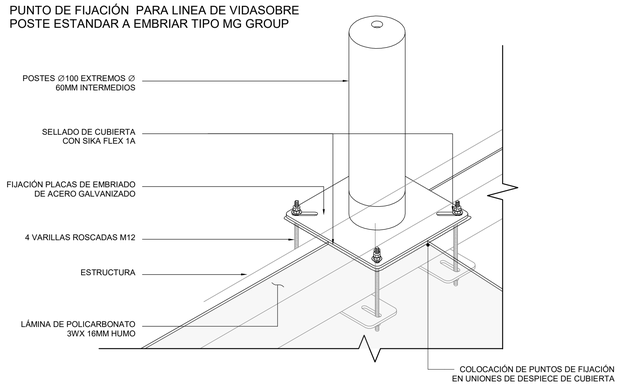


5 DET - 5 MONTEN FINAL
1 : 3



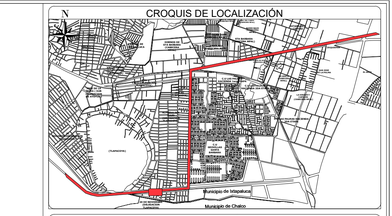
8 DET - 8 TRANSVERSAL NTERMEDIO
1 : 3

PUNTO DE FIJACIÓN PARA LINEA DE VIDASOBRE POSTE ESTANDAR A EMBRIAR TIPO MG GROUP



9 DET - 9 PUNTO DE FIJACIÓN PARA LINEA DE VIDA
1 : 10

7 DET - 7 TRANVERSAL INICIO / FIN CUBIERTA
1 : 3



SIMBOLOGÍA

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES — SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES — Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA EJERCERÁ EL PRESENTE FUNCIONAMIENTO COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.1.X.1-421/2025"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
DETALLES CONSTRUCTIVOS - 01

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**

ESC.: NO APLICA

ACOT.: milímetros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**

FECHA: **29/05/2026**

REVISIÓN: **S01**

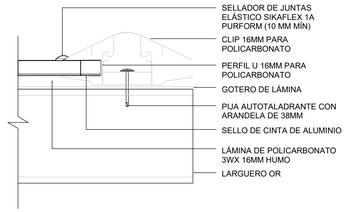
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025

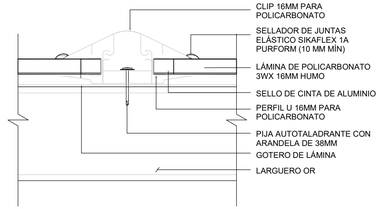
ESTADO DE PLANO: **02**

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_DTC-0024-S01.dwg

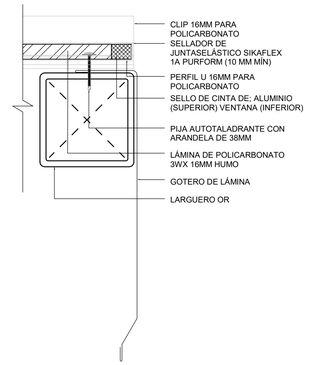
PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_DTC-0024-S01



10 DET - 10 LONGITUDINAL EXTREMOS
1 : 3



11 DET - 11 LONGITUDINAL INTERMEDIO
1 : 3

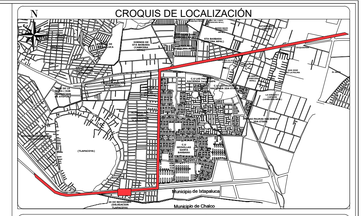


12 DET - 12 TRANVERSAL INICIAL/FINAL
1 : 3

13 DET - 13TRANSVERSAL NTERMEDIO 2
1 : 3

14 DET - 14 CHAFLAN DE ESCOTILLA
1 : 5

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA CRUZADA TECNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO UNICAMENTE TECNICA Y ADMINISTRATIVAMENTE CUANDO SU CONTENIDO SEA TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO DETALLADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/ X. X / XX/2025"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
DETALLES CONSTRUCTIVOS - 02

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD
ARQUITECTURA

TRAMO/PK
FRENTE 1 CAPUFE

ESC.
NO APLICA

ACOT.
milimetros

UBICACIÓN
CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55

FECHA
29/05/2026

REVISIÓN
S01

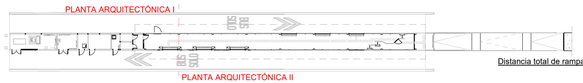
NOMBRE DEL PROYECTO
TROLEBUS IXTAPALUCA

N° DE PROYECTO
ARTF/077-OP/2025

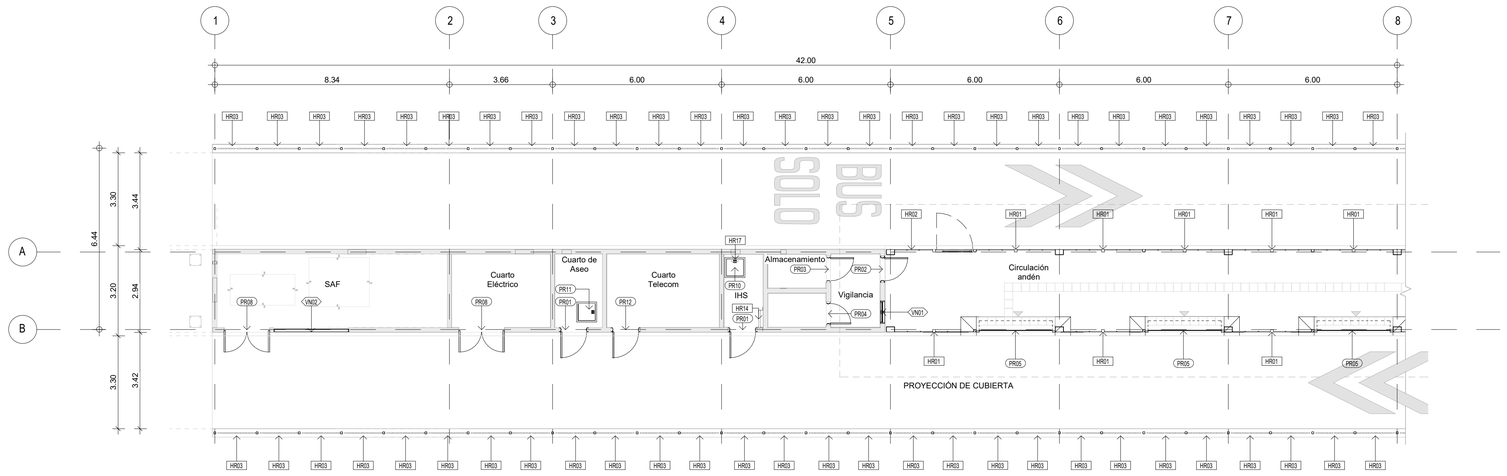
ESTADO DE PLANO
02

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_DTC-0025-S01.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_DTC-0025-S01

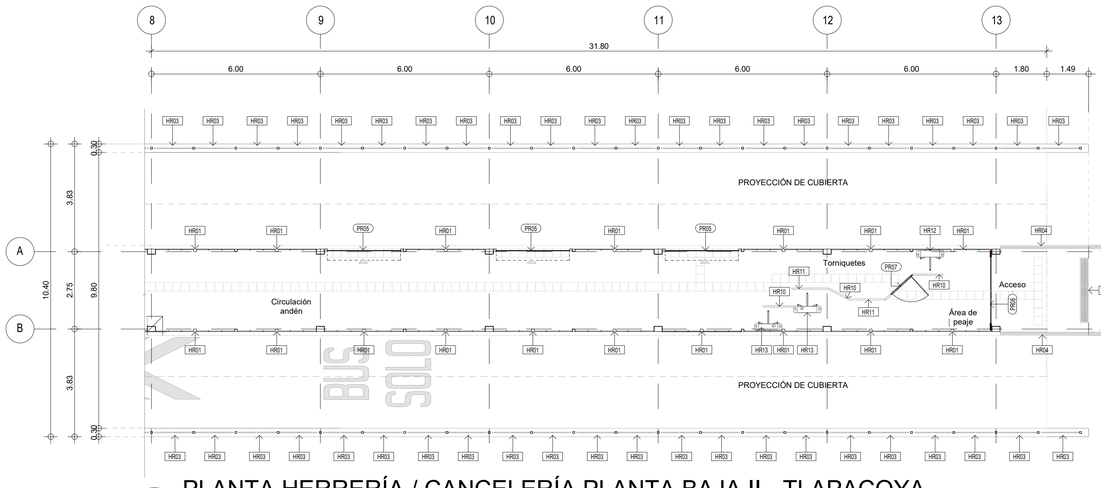


Distancia total de rampa: 73.85 mts.



2 PLANTA HERRERÍA / CANCELERÍA PLANTA BAJA I - TLAPACOYA

1 : 100



3 PLANTA HERRERÍA / CANCELERÍA PLANTA BAJA II - TLAPACOYA

1 : 100

T2 Tabla de planificación de herrería

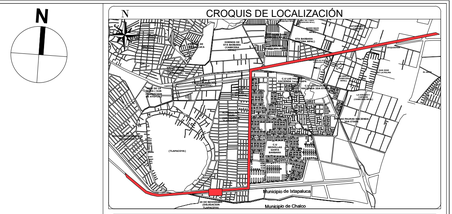
ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR01	MÓDULO DE FACHADA A BASE DE PANELES DE REJILLA DE LÁMINA DE ACERO DESPLEGADO DE 2.80X3.35 M. CON BASTIDOR PERFIL LI 51x6.4. POSTE INTERMEDIO OR 102X102X6.4 Y REFUERZOS INTERMEDIOS TR 102X51X6.4. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	3.35 m	2.80 m	FIJO	4	BASTIDOR LI 51x6.4 CON REFUERZO INTERMEDIO TR 102X51X6.4	METAL DESPLEGADO 25x50 CAL 14	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO) Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA	25
HR02	SISTEMA MIXTO DE FACHADA DE 2.80X3.35 M. COMPUESTO POR PANEL DE REJILLA DE ACERO DESPLEGADO DE 2.80X3.35 M. CON BASTIDOR DE PERFIL LI 51X6.4, POSTE INTERMEDIO OR 102X102X6.4 Y REFUERZOS INTERMEDIOS TR 102X51X6.4. PUERTA DE EMERGENCIA COMPUESTA POR LÁMINA DE ACERO CAL 14, CON BASTIDOR Y LARGUEROS OR 102X51X6.4, DINTEL DE SOPORTE OR 102X102X6.6, SISTEMA DE ABATIMIENTO BIVELO Y TEJUELO 400 KG MINIMO, BARRA ANTIPANICO Y CIERRA PUERTAS ELÉCTRONICO. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	3.35 m	2.80 m	FIJO + PUERTA DE EMERGENCIA	3	BASTIDOR LI 51x6.4 CON REFUERZO INTERMEDIO TR 102X51X6.4	METAL DESPLEGADO 25x50 CAL 14	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO) Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA	1
HR03	MÓDULO DE CONTENCIÓN A BASE DE REJA DE ACERO 6100X2500MM CAL 6. CON POSTES LI 60X60X1.5 MM. ANCLADOS A PLACA BASE e=13. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	0.63 m	VARIABLE	FIJO	3	BASTIDOR LI 51X6.4 CON POSTE INTERMEDIO TR 102X51X6.4	REJA DE ACERO 6100X2500MM CAL 6	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO) Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA	100
HR04	BARANDAL A BASE DE POSTES DE SOLERA ANCLADOS A PLACA BASE 76X76X13. REFORZADO CON LARGUEROS DE REDONDO ◯10. PASAMANOS REDONDO ◯51 Y PASAMANOS DE DISCAPACITADOS REDONDO ◯51 CON SISTEMA DE SUJECION POR MENSULA DE REDONDO ◯25 LONG.150. ACABADO FINAL ACERO INOXIDABLE.	0.91 m	VARIABLE	N/A	VARIABLE	POSTE DE SOLERA 51X60X9.5 CON LARGUERO DE REDONDO ◯10	N/A	ACERO INOXIDABLE	2
HR09	REJILLA PARA BOCA DE TORMENTAS DE 0.30X2.50 M A BASE LÁMINA ACERO INOX. ◯2MM PERFORADA 3MM TRÁNSITO PESADO Y REJILLA IRVING IS-05-4.8X26MM SOBRE MARCO DE ÁNGULO LI 38MM SOLERA 5MM Y CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 44MM SOLERA 6MM ANCLADO CON REDONDOS DE ACERO ◯10X150MM @150MM. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.10 m	0.30 m	FIJO	N/A	MARCO DE ÁNGULO LI 38MM SOLERA 5MM Y CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 44MM SOLERA 6MM	LÁMINA ACERO INOX. ◯1MM PERFORADA 3MM TRÁNSITO PESADO	ACERO INOXIDABLE	1
HR10	BARANDAL DE 0.91 M. DE ALTO A BASE DE POSTES, LARGERO ZOCLO Y PASAMANOS DE REDONDOS DE ACERO INOX. ◯51MM FIJADO CON PLACAS BASE 76X153X13MM CON PANEL INTERMEDIO DE LÁMINA PERFORADA ◯10MMX0MM. FIJADOS CON CLIPS DE 51X51X20MM. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.91 m	VARIABLE	FIJO	1	POSTE REDONDO DE ACERO INOX ◯51MM Y LARGERO ZOCLO REDONDO DE ACERO INOX ◯51MM	LÁMINA PERFORADA ◯10MMX0MM	ACERO INOXIDABLE	4
HR11	BARANDAL DE 0.91 M. DE ALTO A BASE DE POSTES, LARGEROS ZOCLO Y PASAMANOS DE REDONDOS DE ACERO INOX. ◯51MM FIJADO CON PLACAS BASE 76X153X13MM CON PANELES INTERMEDIOS DE LÁMINA PERFORADA ◯10MMX0MM. FIJADOS CON CLIPS DE 51X51X20MM. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.91 m	VARIABLE	FIJO	2	POSTE REDONDO DE ACERO INOX ◯51MM Y LARGERO ZOCLO REDONDO DE ACERO INOX ◯51MM	LÁMINA PERFORADA ◯10MMX0MM	ACERO INOXIDABLE	2
HR12	TORNIQUETE DE SALIDA	1.00 m	0.70 m	SEGUN PROVEEDOR	N/A	SEGUN PROVEEDOR	SEGUN PROVEEDOR	SEGUN PROVEEDOR	1
HR13	TORNIQUETE DE ACCESO	1.00 m	0.70 m	SEGUN PROVEEDOR	N/A	SEGUN PROVEEDOR	SEGUN PROVEEDOR	SEGUN PROVEEDOR	2
HR14	ESCALERA MARINA DE 0.50X2.80 M. A BASE DE POSTES OR 51X51X6.4MM. PELDAÑOS OC ◯42MMX0.2MM FIJADA CON SOPORTE ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 Y PERNO ◯10MM TAQUETE EXPANSIVO. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	2.80 m	0.50 m	FIJO	N/A	POSTE, OR 51X51X6.4MM CON SOPORTE ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 Y PELDAÑO OC ◯42MMX0.2MM	N/A	ACERO INOXIDABLE	1
HR17	ESCALERA DE 0.383X0.90 CONFORMADA POR 4 ESCALONES PREFABRICADO PATE 400 C-R PLUS/ZINC	1.60 m	0.38 m	FIJO	N/A	ESCALONES PREFABRICADO PATE 400 C-R PLUS/ZINC	N/A	SEGUN PROVEEDOR	1

T2 Tabla de planificación de ventanas

ID	Descripción	Anchura	Altura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Acabado hoja	Recuento
VN01	VENTANA DE ALUMINIO 0.80X1.35M. A BASE DE MARCO DE 51MM CON FELPAS Y CONTRAMARCO FIJO DE 51MM. CONTRAMARCO CORREDIZO. CON CORREDERAS DE 51MM CON CRISTAL 6MM, PELICULA DE PRIVACIDAD TIPO ESPEJO, SELLADA CON SILICON PARA VIDRIO. JALADERA DE PERICO 127MM. ACABADO ANODIZADO COLOR NEGRO	1.35 m	1.35 m	CORREDIZA	MARCO DE ALUMIO DE 51MM CON FELPAS	CRISTAL 6MM CON PELICULA DE PRIVACIDAD TIPO ESPEJO	JALADERA DE PERICO 127MM	ALUMINIO ANODIZADO COLOR NEGRO	1
VN02	FIJO DE LOUVER DE ALUMINIO DE 2.60X2.30m A BASE DE MARCO DE ACERO DE OR 153X21X6.4 BASTIDOR DESMONTABLE DE ACERO DE OR 76X51X6.4 CON LOUVER DE ACERO DE ALETA RECTA ALA FIJA. FIJACIÓN DE BASTIDOR DE SOLERA DE 102X6.4	0.40 m	0.40 m	FIJA	MARCO DE ALUMINIO DE 76MM	LOUVER DE ALETA RECTA ALA FIJA DE ALUMINIO	N/A	ALUMINIO ANODIZADO COLOR NEGRO	1

T2 Tabla de planificación de puertas

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Cierrapuerta	Bisagras	Tope de puerta	Acabado hoja	Recuento
PR01	PUERTA DE 1.03X2.25 M. A BASE DE MARCO DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO INTERMEDIO OR 102X51X6.4 CON JAMBAS PERFIL U PARA LOVER. PANEL DE LOUVER DE ACERO DE ALETA RECTA ALA FIJA. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA. JALADERA DE ACERO SOLDABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDALICO. USO DE LLAVE MAESTRA. TERMINACIÓN ACERO GALVANIZADO CON PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA	2.25 m	1.03 m	0.90 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	LOVER DE ALETA RECTA ALA FIJA CAL 16	JALADERA DE ACERO SOLDABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS	N/A	BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA	TOPE MAGNÉTICO JNF IN.13.191 ACERO INOXIDABLE	PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA	2
PR02	PUERTA DE 0.93X2.20 M. A BASE DE MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO OR 102X51X6.4. PANEL DE LAMINA DE ACERO CAL 14. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 76MM DE ALTA RESISTENCIA Y CIERRA PUERTAS HIDRAULICO 45KG. CHAPA MANIJA DORMA CL750 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDALICO. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMECENTE NEGRA ACABADO SMA	2.20 m	0.93 m	0.80 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	ACERO LAMINADO EN FRIO CALIBRE 16 (1.3 MM)	CHAPA MANIJA DORMA CL750 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDALICO.	MMI QDC100 SERIE, HIERRO FUNDIDO, ALUMINIO PINTADO	BISAGRAS MMI 4 1/2" X 4 1/2" DE ACERO CROMADO SATINADO	N/A	PINTURA NEGRA ACABADO SMA.	1
PR03	PUERTA DE 0.93X2.20 M. A BASE DE MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO OR 102X51X6.4. PANEL DE LAMINA DE ACERO CAL 14. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 76MM DE ALTA RESISTENCIA. CHAPA MANIJA DORMA CL750 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDALICO. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMECENTE NEGRA ACABADO SMA	2.20 m	0.93 m	0.80 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	ACERO LAMINADO EN FRIO CALIBRE 16 (1.3 MM)	CHAPA MANIJA DORMA CL750 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDALICO.	N/A	BISAGRAS MMI 4 1/2" X 4 1/2" DE ACERO CROMADO SATINADO	TOPE MAGNÉTICO JNF IN.13.191 ACERO INOXIDABLE	PINTURA NEGRA ACABADO SMA.	1
PR04	PUERTA DE 0.83X2.20 M. A BASE DE MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO OR 102X51X6.4. PANEL DE LÁMINA DE ACERO CAL 14. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 76MM DE ALTA RESISTENCIA. CHAPA MANIJA DORMA PARA BAÑO TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMECENTE NEGRA ACABADO SMA	2.20 m	0.83 m	0.70 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	ACERO LAMINADO EN FRIO CALIBRE 16 (1.3 MM)	DORMA PARA BAÑO (DISEÑO, ACABADO CROMO SATINADO 626)	N/A	BISAGRAS MMI 4 1/2" X 4 1/2" DE ACERO CROMADO SATINADO	TOPE MAGNÉTICO JNF IN.13.191 ACERO INOXIDABLE	PINTURA NEGRA ACABADO SMA.	1
PR05	SISTEMA DE PUERTA DE CIERRE DE 2.80X3.35 M. A BASE DE CORTINA METÁLICA ENROLLABLE ALUPROF CON 5 SOPORTES DE SOLERA 300X75X6. PUERTA TIPO CELOSIA CON CARRILERAS DE 110X34. JALADERA DE ZOCLO, CERRADURA PHILIPS Y SELLO DE GOMA. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA.	3.35 m	2.80 m	2.58 m	CARRILERA DE 110x34	CORTINA METÁLICA CELOSIA	CERRADURA PHILLIPS PARA CORTINA METÁLICA	N/A	SELLO DE GOMA	PINTURA NEGRA ACABADO SMA.	6
PR06	SISTEMA DE PUERTA DE CIERRE DE 2.55X3.35 M. A BASE DE CORTINA METÁLICA ENROLLABLE ALUPROF CON 5 SOPORTES DE SOLERA 300X75X6. PUERTA TIPO CELOSIA CON CARRILERAS DE 110X34. JALADERA DE ZOCLO, CERRADURA PHILIPS Y SELLO DE GOMA. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA.	3.35 m	2.55 m	2.33 m	CARRILERA DE 110x34	CORTINA METÁLICA CELOSIA	CERRADURA PHILLIPS PARA CORTINA METÁLICA	SISTEMA DE CORTINA METÁLICA ENROLLABLE ALUPROF O SIMILAR EN CARACTERISTICAS	N/A	SELLO DE GOMA	PINTURA NEGRA ACABADO SMA.	1
PR07	PUERTA DE 1.20X0.97M. A BASE DE POSTE FIJO DE 51X51X2.6MM CON PLACA BASE 76X153X13MM Y BASTIDOR ABATIBLE DE ACERO INOX 51X51X2.6MM CON FIJO DE 51X51X2.6MM. SISTEMA DE ABATIMIENTO BIVELO Y TEJUELO 400KG MINIMO. CHAPA ELECTROMAGNÉTICA 300KG 12V Y CONTRACHAPA DE 2 DE LAMINA INOX CAL. 12 CON JALADERA DE BOTON DE USO RUDO. TERMINACIÓN ACERO INOXIDABLE.	0.97 m	1.20 m	1.00 m	POSTE FIJO DE ACERO INOX. 51X51X2.6MM.BASTIDO R ABATIBLE DE ACERO 51X51X2.6MM	PANEL DE LÁMINA DE ACERO 3MM	CHAPA ELECTROMAGNÉTICA 300KG 12V CONTRACHAPA DE 2 DE LAMINA INOX CAL. 12 CON JALADERA DE BOTON DE USO RUDO	N/A	BIVELO Y TEJUELO 400KG MÍNIMO	N/A	ACERO INOXIDABLE	1
PR08	PUERTA DOBLE DE 1.62X2.25 M. A BASE DE MARCO DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUEROS INTERMEDIOS OR 102X51X6.4 CON JAMBAS PERFIL U PARA LOVER. PANELES DE LOUVER DE ACERO DE ALETA RECTA ALA FIJA. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA. JALADERAS DE ACERO SOLDABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDALICO. USO DE LLAVE MAESTRA. TERMINACIÓN ACERO GALVANIZADO CON PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA	2.25 m	1.62 m	1.50 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	LOVER DE ALETA RECTA ALA FIJA CAL 16	JALADERA DE ACERO SOLDABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS	N/A	BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA	TOPE MAGNÉTICO JNF IN.13.191 ACERO INOXIDABLE	PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA	2
PR10	TAPA CISTERNA 0.60X0.60M. A BASE DE CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX0MM Y TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX 3MM. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA SOLDABLE. JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO Y ANGULO DE SOLERA DE 3MM CON BARRENO PARA CANDADO. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.60 m	0.60 m	0.60 m	CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX0MM	TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX.3MM	JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO	N/A	BISAGRA SOLDABLE	N/A	ACERO INOXIDABLE	1
PR11	TAPA REGISTRO DE 0.60X0.60M. A BASE DE CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX0MM Y TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX 3MM. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA SOLDABLE. JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO Y ANGULO DE SOLERA DE 3MM CON BARRENO PARA CANDADO. FIJADA A LOSA DE CONCRETO POR ANCLAS DE @ESQUINA LI 250X100MM. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.60 m	0.60 m	0.60 m	CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX0MM	TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX.3MM	JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO	N/A	BISAGRA SOLDABLE	N/A	ACERO INOXIDABLE	1
PR12	PUERTA DE 1.03X2.25 M. A BASE DE MARCO DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO INTERMEDIO OR 102X51X6.4 CON JAMBAS PERFIL U PARA LOVER. PANEL DE LOUVER DE ACERO DE ALETA RECTA ALA FIJA. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA. JALADERA DE ACERO SOLDABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDALICO. USO DE LLAVE MAESTRA. TERMINACIÓN ACERO GALVANIZADO CON PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA	2.25 m	1.03 m	0.90 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	LOVER DE ALETA RECTA ALA FIJA CAL 16	JALADERA DE ACERO SOLDABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS	N/A	BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA	TOPE MAGNÉTICO JNF IN.13.191 ACERO INOXIDABLE	PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA	1



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — 8.5

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES HERRERÍA

- Todas las cotas están expresadas en milímetros, salvo indicación contraria.
- Las cotas rigen al dibujo; no se deberá escalar el plano.
- Se deberán verificar todas las medidas y niveles en obra antes de la fabricación e instalación.
- Cualquier discrepancia entre planos y condiciones de obra deberá reportarse a la supervisión antes de ejecutar los trabajos.
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2332.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Toda la herrería deberá fabricarse conforme a los detalles y especificaciones del proyecto.
- Toda la herrería deberá recibir primario anticorrosivo y acabado final según las especificaciones del proyecto.
- Todos los elementos deberán instalarse perfectamente alineados, nivelados y a plomo.
- No se permiten modificaciones en obra sin autorización previa de la supervisión.
- Se deberá coordinar previamente con obra civil, estructura e instalaciones antes de la fabricación e instalación.
- Verificar correcto funcionamiento de elementos móviles previo a entrega.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vias generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS SUPERINTENDÈNTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO EXCLUSIVAMENTE PARA EFECTOS DE ACREDITAR QUE EL PROYECTO ES TRADICIONAL CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI-T-1.1-4012025"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA

[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
PLANO DE UBICACIÓN DE HERRERÍAS - 01

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD
ARQUITECTURA

TRAMO/PK
FRENTE 1 CAPUFE

ESC.
NO APLICA

ACOT.
metros

UBICACIÓN
CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55

FECHA
29/05/2026

REVISIÓN
S01

NOMBRE DEL PROYECTO
TROLEBUS IXTAPALUCA

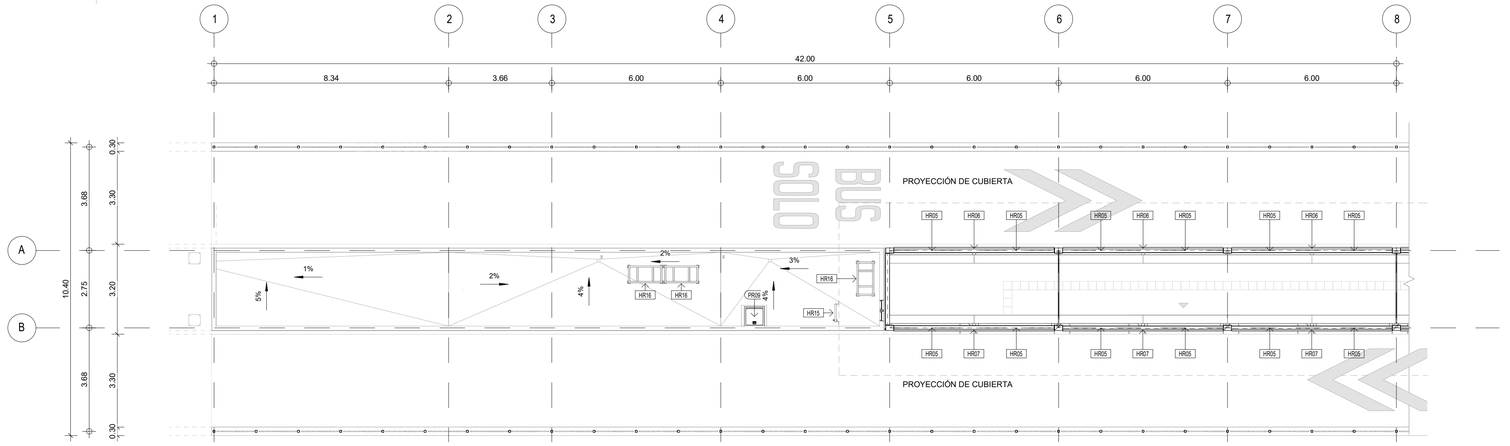
N° DE PROYECTO
ARTF/077-OP/2025

ESTADO DE PLANO
02

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_HER-0026-S01.dwg

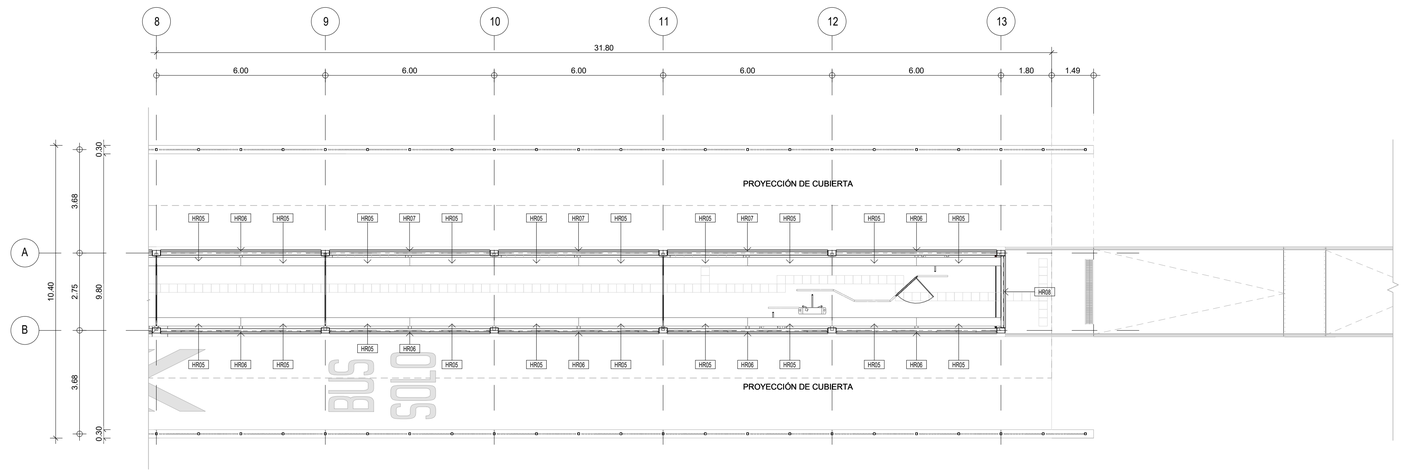
PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_HER-0026-S01





2 PLANTA HERRERÍA / CANCELERÍA PLANTA ALTA I - TLAPACOYA

1 : 100



3 PLANTA HERRERÍA / CANCELERÍA PLANTA ALTA II - TLAPACOYA

1 : 100

T2 Tabla de planificación de herrería Copia 1

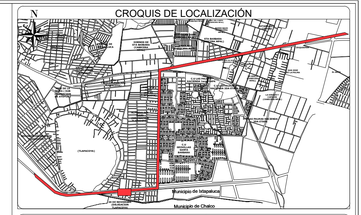
ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR05	CAJILLO DE INSTALACIONES DE 300X550 MM, BASE DE LÁMINA 300X6.4 MM, LATERAL (VISTA DEL ANDÉN) DE LÁMINA 400X6.4MM, LATERAL (VISTA DE LA ESTRUCTURA) DE LÁMINA PERFORADA ::: 10MM, 400X6.4MM, TAPA DE LÁMINA 6.4 CORRIDA, 3 TAPAS REGISTRABLES EQUIDISTANTES DE SOLERA 6.4MM. BISAGRA SOLDABLE 51MM 2XTAPA, JALADERA DE ÁNGULO LI 20X6.4MM L51MM BOLEO DE 10MM, TOPE DE SOLERA (5)90.4MM (ENTRE TAPAS). REFUERZOS DE REDONDOS DE ACERO :: 12.7 @500. DREN BARRENO ::10 @900. ANCLADO A ESTRUCTURA CON SOPORTE "T" SOLERA 150X6.4 MM ESTRIBADA DE 100MM, ACABADO CON PRIMER Y DOS MANOS DE ESMALTE COLOR NEGRO SMA.	0.55 m	0.30 m	2 FIJAS + 3 ABATIBLES REGISTRABLES	N/A	CANALÓN DE LÁMINA DE ACERO 400×300 MM, ESPESOR 6.4 MM	LÁMINA DE 6.4 MM Y LÁMINA PERFORADA ::10MM, 400X6.4MM	PRIMER, Y DOS MANOS DE ESMALTE COLOR NEGRO SMA	32
HR06	FALDÓN DE LÁMINA CORRIDA DE ACERO CAL.14 DE 5.70X0.90 M., COMPUESTO POR 1 PANEL SUPERIOR Y 4 PANELES INFERIORES A BASE DE BASTIDOR OR 51X51X6.4 Y REFUERZOS OR 51X51X6.4. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	0.90 m	5.70 m	FIJO	N/A	BASTIDOR OR 51X51X6.4. REFUERZOS OR 51X51X6.4	LÁMINA DE ACERO CAL.14	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA	10
HR07	FALDÓN DE LÁMINA CORRIDA DE ACERO CAL.14 DE 5.70X0.90 M., COMPUESTO POR 1 PANEL SUPERIOR Y 3 PANELES INFERIORES A BASE DE BASTIDOR OR 51X51X6.4 Y REFUERZOS OR 51X51X6.4. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	0.90 m	5.70 m	FIJO	N/A	BASTIDOR OR 51X51X6.4. REFUERZOS OR 51X51X6.4	LÁMINA DE ACERO CAL.14	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA	6
HR08	FALDÓN DE LÁMINA CORRIDA DE ACERO CAL.14 DE 2.55X0.90 M., COMPUESTO POR 1 PANEL SUPERIOR Y 1 PANEL INFERIOR A BASE DE BASTIDOR OR 51X51X6.4 Y REFUERZOS OR 51X51X6.4. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	0.90 m	2.55 m	FIJO	N/A	BASTIDOR OR 51X51X6.4. REFUERZOS OR 51X51X6.4	LÁMINA DE ACERO CAL.14	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA	1
HR15	ESCALERA MARINA DE 0.70X2.85 M. A BASE DE POSTES OR 51X51X6.4MM, PELDAÑOS OC ::42MMX3.2MM FIJACIÓN SUPERIOR CON SOPORTE ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 SUELDADO A ALMA DE VIGA Y FIJACIÓN INFERIOR CON SOPORTE ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 CON PERNOS ::: 10MM Y TAQUETES EXPANSIVOS A LOSA DE CONCRETO. INCLUYE LÍNEA DE VIDA VERTICAL STOPCLABLE. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	2.85 m	0.70 m	FIJO	N/A	POSTE. OR 51X51X6.4MM CON SOPORTE. ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 Y PELDAÑO. OC ::42MMX3.2MM	N/A	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA. INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA	1
HR16	BASE DE HERRERÍA DE 1.20X0.60X0.30M A BASE DE LARGUEROS (4) LI 51X6.4MM CON REFUERZOS (2) LI 51X6.4MM. SOBRE POSTES (4) LI 51X6.4MM ANCLADA A PLACA BASE (4) 102X102X6.4MM	0.30 m	0.60 m	FIJO	N/A	BASTIRROR LI 51X6.4MM	N/A	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA. INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA	3

T2 Tabla de planificación de puertas Copia 1

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Cierrapuerta	Bisagras	Tope de puerta	Acabado hoja	Recuento
PR09	ESCOTILLA DE 0.60X0.60M A BASE DE CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX3MM Y TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX 3MM. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA SOLDABLE. JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO Y ÁNGULO DE SOLERA DE 3MM CON BARRENO PARA CANDADO. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.60 m	0.60 m	0.60 m	CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX3MM	TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX 3MM	JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO	N/A	BISAGRA SOLDABLE	N/A	ACERO INOXIDABLE	1

N

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — X XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — 5m

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000 / X

SIMBOLO DE ALZADO — X / XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN — 0.00

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES HERRERÍA

- Todas las cotas están expresadas en milímetros, salvo indicación contraria.
- Las cotas rigen al dibujo; no se deberá escalar el plano.
- Se deberán verificar todas las medidas y niveles en obra antes de la fabricación e instalación.
- Cualquier discrepancia entre planos y condiciones de obra deberá reportarse a la supervisión antes de ejecutar los trabajos.
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Toda la herrería deberá fabricarse conforme a los detalles y especificaciones del proyecto.
- Toda la herrería deberá recibir primario anticorrosivo y acabado final según las especificaciones del proyecto.
- Todos los elementos deberán instalarse perfectamente alineados, nivelados y a plomo.
- No se permiten modificaciones en obra sin autorización previa de la supervisión.
- Se deberá coordinar previamente con obra civil, estructura e instalaciones antes de la fabricación e instalación.
- Verificar correcto funcionamiento de elementos móviles previo a entrega.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018; "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA

"LA FIRMA TÉCNICA INTEGRACIÓN SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD DE LOS ELEMENTOS QUE LO CONFORMAN, SIN QUE ESTO IMPLIQUE, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI 5.1.-201/2025"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
PLANO DE UBICACIÓN DE HERRERÍAS - 02

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD
ARQUITECTURA

TRAMO/PK
FRENTE 1 CAPUFE

ESC.
NO APLICA

ACOT.
metros

UBICACIÓN
CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55

FECHA
29/05/2026

REVISIÓN
S01

NOMBRE DEL PROYECTO
TROLEBUS IXTAPALUCA

N° DE PROYECTO
ARTF/077-OP/2025

ESTADO DE PLANO
02

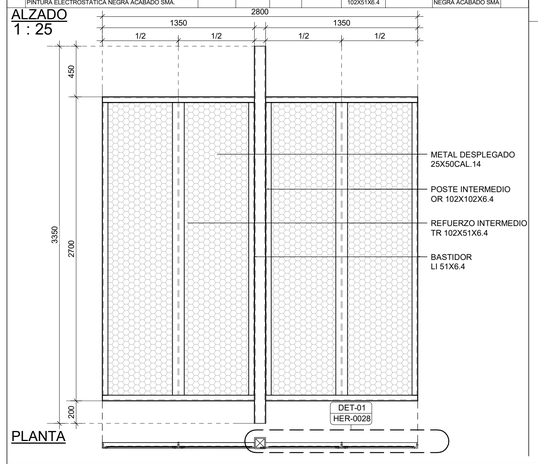
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_HER-0027-S01.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_HER-0027-S01

HR01 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR01	MÓDULO DE FACHADA A BASE DE PANELES DE REJILLA DE LÁMINA DE ACERO DESPLEGADO DE 2.80X3.35 M. CON BASTIDOR PERFIL LI 51X6.4, POSTE INTERMEDIO OR 102X102X6.4 Y REFUERZOS INTERMEDIOS TR 102X51X6.4. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	3.35 m	2.80 m	FIJO	4	BASTIDOR LI 51x6.4 CON REFUERZO INTERMEDIO TR 102X51X6.4	METAL DESPLAGEADO 25x50 CAL.14	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA	25

ALZADO
1 : 25

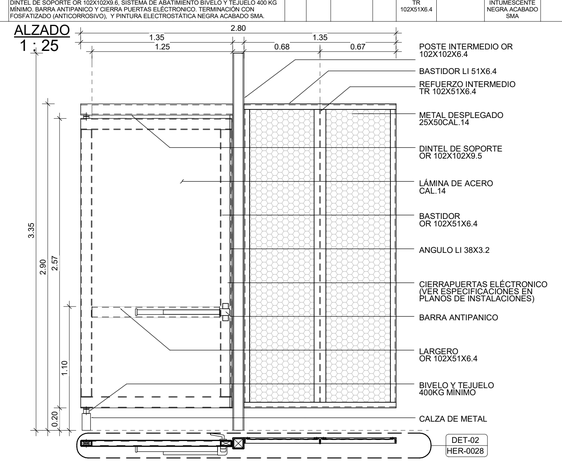


PLANTA

HR02 T.2

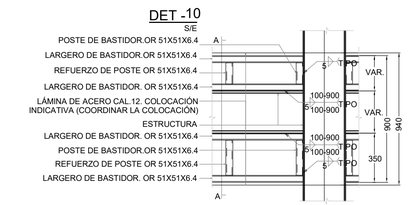
ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR02	SISTEMA MIXTO DE FACHADA DE 2.80X3.35 M. COMPUESTO POR PANEL DE REJILLA DE ACERO DESPLEGADO DE 2.80X3.35 M. CON BASTIDOR DE PERFIL LI 51X6.4, POSTE INTERMEDIO OR 102X102X6.4 Y REFUERZOS INTERMEDIOS TR 102X51X6.4. PUERTA DE EMERGENCIA COMPUESTA POR LÁMINA DE ACERO CAL.14, CON BASTIDOR Y LARGUEROS OR 102X51X6.4, DINTEL DE SOPORTE OR 102X102X6.6, SISTEMA DE ABATIMIENTO BIVELO Y TEJUELO 400 KG MINIMO. BARRA ANTIPANICO Y CIERRA PUERTAS ELECTRONICO. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	3.35 m	2.80 m	FIJO + PUERTA DE EMERGENCIA	3	BASTIDOR LI 51x6.4 CON REFUERZO INTERMEDIO TR 102X51X6.4	METAL DESPLAGEADO 25x50 CAL.14	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA	1

ALZADO
1 : 25



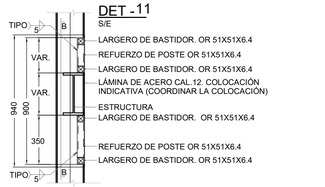
DET -10

S/E



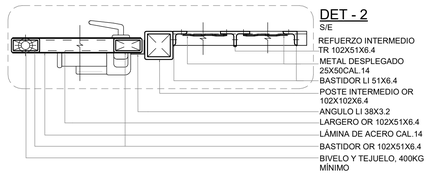
DET -11

S/E



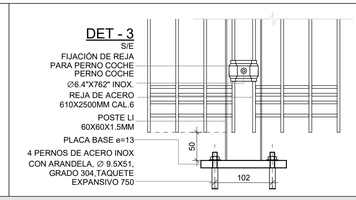
DET - 2

S/E



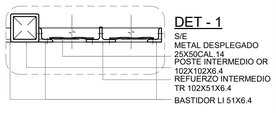
DET - 3

S/E



DET - 1

S/E



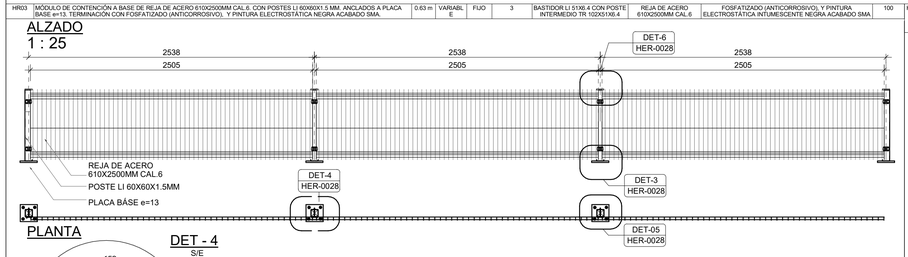
HR05 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR05	CAJILLO DE INSTALACIONES DE 300X550 MM. BASE DE LÁMINA 300X6.4 MM. LATERAL (VISTA DEL ANDÉN) DE LÁMINA 400X6.4MM. LATERAL (VISTA DE LA ESTRUCTURA) DE LÁMINA PERFORADA : 10MM. 400X6.4MM. TAPA DE LÁMINA 6.4 CORRIDA. 3 TAPAS REGISTRABLES EQUIDISTANTES DE SOLERA 6.4MM. BISAGRA SOLDABLE 51MM 2XTAPA. JALADERA DE ÁNGULO LI 25X6.4MM L51MM BOLEO DE 10MM. TOPE DE SOLERA 51X6.4MM (ENTRE TAPAS). REFUERZOS DE RECODNDOS DE ACERO : 12.7 @500. DREN. BARRENO : 10 @900. ANCLADO A ESTRUCTURA CON SOPORTE "T" SOLERA 150X150X6.4MM CHAFLÁN DE 100MM. ACABADO CON PRIMER Y DOS MANOS DE ESMALTE COLOR NEGRO SMA.	0.55 m	0.30 m	2 FIJAS + 3 ABATIBLES REGISTRABLES	CANALON DE LÁMINA DE ACERO 400×300 MM., ESPESOR 6.4 MM	LÁMINA DE 6.4 MM Y LÁMINA PERFORADA : 10MM. 400X6.4MM	PRIMER, Y DOS MANOS DE ESMALTE COLOR NEGRO SMA	32

HR03 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR03	MÓDULO DE CONTENCIÓN A BASE DE REJA DE ACERO 610X2500MM CAL.6 .CON POSTES LI 60X60X1.5 MM. ANCLADOS A PLACA BASE e=13. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	0.63 m	VARABLE	FIJO	3	BASTIDOR LI 51X6.4 CON POSTE INTERMEDIO TR 102X51X6.4	REJA DE ACERO 610X2500MM CAL.6	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA	100

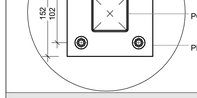
ALZADO
1 : 25



PLANTA

DET - 4

S/E



DET - 5

S/E

TUERCA AUTORROMPIENTE
PERNO COCHE
Ø6.4"X762" INOX.
POSTE LI 60X60X1.5MM
FIJACIÓN DE REJA PARA PERNO COCHE
REJA DE ACERO 610X2500MM CAL.6

DET - 6

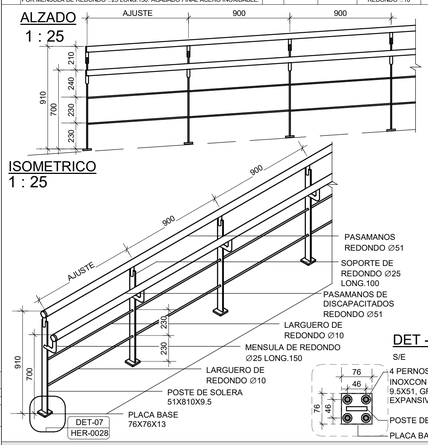
S/E



HR04 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR04	BARANDAL A BASE DE POSTES DE SOLERA ANCLADOS A PLACA BASE 76X76X13. REFORZADO CON LARGUEROS DE REDONDO : 10. PASAMANOS REDONDO : 51 Y PASAMANOS DE DISCAPACITADOS REDONDO : 51 CON SISTEMA DE SUJECIÓN POR MENSULA DE REDONDO : 25 LONG.150. ACABADO FINAL ACERO INOXIDABLE.	0.91 m	VARIABLE	VARIABLE		POSTE DE SOLERA 51X900X9.5 CON LARGUERO DE REDONDO : 10	N/A	ACERO INOXIDABLE	2

ALZADO
1 : 25



ISOMETRICO
1 : 25

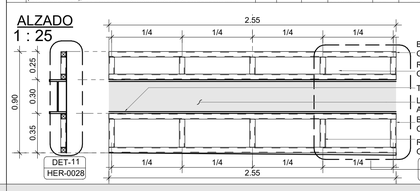
DET -07

S/E

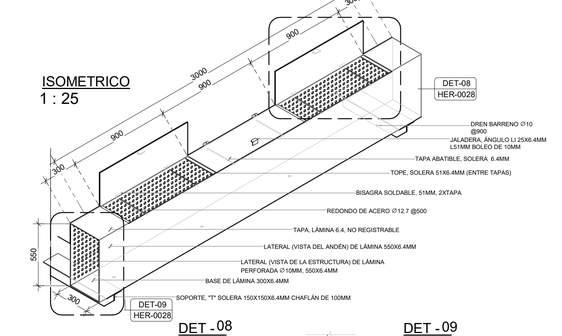
HR07 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR07	FALDÓN DE LÁMINA CORRIDA DE ACERO CAL.14 DE 5.70X0.90 M., COMPUESTO POR 1 PANEL SUPERIOR Y 3 PANELES INFERIORES A BASE DE BASTIDOR OR 51X51X6.4 Y REFUERZOS OR 51X51X6.4. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	0.90 m	5.70 m	FIJO	BASTIDOR OR 51X51X6.4. REFUERZOS OR 51X51X6.4	LÁMINA DE ACERO CAL.14	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA	6

ALZADO
1 : 25

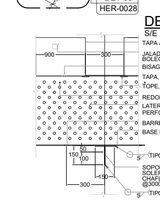


ISOMETRICO
1 : 25



DET - 08

S/E



DET - 09

S/E

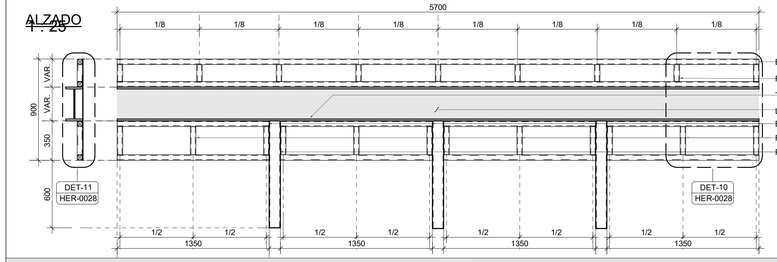




HR06 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR06	FALDÓN DE LÁMINA CORRIDA DE ACERO CAL.14 DE 5.70X0.90 M., COMPUESTO POR 1 PANEL SUPERIOR Y 4 PANELES INFERIORES A BASE DE BASTIDOR OR 51X51X6.4 Y REFUERZOS OR 51X51X6.4. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	0.90 m	5.70 m	FIJO	N/A	BASTIDOR OR 51X51X6.4. REFUERZOS OR 51X51X6.4	LÁMINA DE ACERO CAL.14	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	10

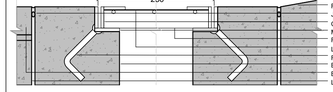
ALZADO
1 : 25

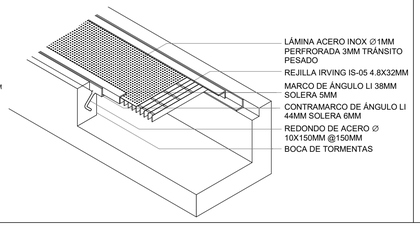


HR09 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR09	REJILLA PARA BOCA DE TORMENTAS DE 0.30X2.30 M A BASE LÁMINA ACERO INOX . 2MM PERFRORADA 3MM TRÁNSITO PESADO Y REJILLA IRVING IS-05 4.8X32MM SOBRE MARCO DE ÁNGULO LI 38MM SOLERA 5MM Y CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 44MM SOLERA 6MM ANCLADO CON REDONDOS DE .ACERO : 10X150MM @150MM. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.10 m	0.30 m	FIJO	N/A	MARCO DE ÁNGULO LI 38MM SOLERA 5MM Y CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 44MM SOLERA 6MM	LÁMINA ACERO INOX . 1MM PERFRORADA 3MM TRÁNSITO PESADO	ACERO INOXIDABLE	1

ALZADO
1 : 5

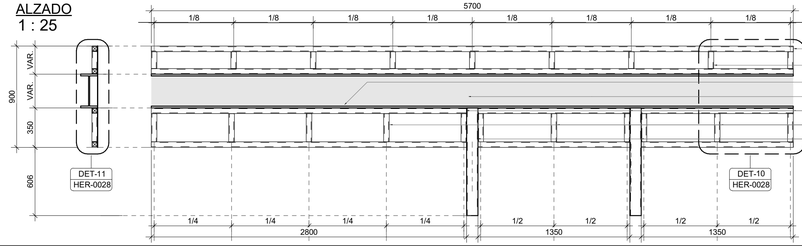




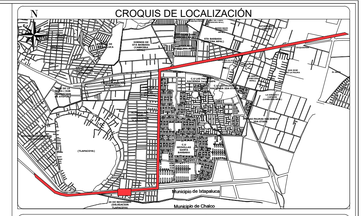
HR08 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR08	FALDÓN DE LÁMINA CORRIDA DE ACERO CAL.14 DE 2.55X0.90 M., COMPUESTO POR 1 PANEL SUPERIOR Y 1 PANEL INFERIOR A BASE DE BASTIDOR OR 51X51X6.4 Y REFUERZOS OR 51X51X6.4. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA.	0.90 m	2.55 m	FIJO	N/A	BASTIDOR OR 51X51X6.4. REFUERZOS OR 51X51X6.4	LÁMINA DE ACERO CAL.14	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA ACABADO SMA	1

ALZADO
1 : 25



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — B1

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES HERRERÍA

- Todas las cotas están expresadas en milímetros, salvo indicación contraria.
- Las cotas rigen al dibujo; no se deberá escalar el plano.
- Se deberán verificar todas las medidas y niveles en obra antes de la fabricación e instalación.
- Cualquier discrepancia entre planos y condiciones de obra deberá reportarse a la supervisión antes de ejecutar los trabajos.
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2332.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Toda la herrería deberá fabricarse conforme a los detalles y especificaciones del proyecto.
- Toda la herrería deberá recibir primario anticorrosivo y acabado final según las especificaciones del proyecto.
- Todos los elementos deberán instalarse perfectamente alineados, nivelados y a plomo.
- No se permiten modificaciones en obra sin autorización previa de la supervisión.
- Se deberá coordinar previamente con obra civil, estructura e instalaciones antes de la fabricación e instalación.
- Verificar correcto funcionamiento de elementos móviles previo a entrega.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRAMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA ELIGE EL PRESENTE PLANO DEBIDAMENTE COMO CONFORMADO DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRANSVERSALIDAD DE LOS PROYECTOS EJECUTIVOS (PE) Y PROYECTOS (PC) EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/ 1.1 / 01/2022

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA
ICA
DIRECCIÓN: AV. DEL PARQUE 91 COL. NAPOLES, C.P. 03810, CDMX.

TÍTULO DEL PLANO
DESPIECE DE HERRERÍAS 01

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**

ESC.: NO APLICA

ACOT.: metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**

FECHA: **29/05/2026**

REVISIÓN: **S01**

NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025

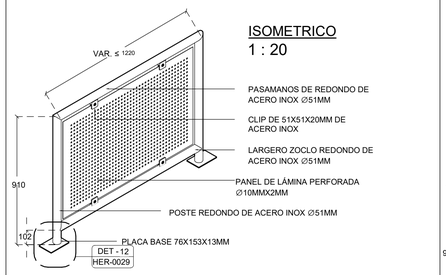
ESTADO DE PLANO: **02**

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-PLA-CICA-02-E02-PLA-AR_HER-0028-S01.dwg

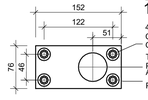
PLANO O CLAVE
IX-PLA-CICA-02-E02-PLA-AR_HER-0028-S01

HR10 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR10	BARANDAL DE 0.91 M. DE ALTO A BASE DE POSTES, LARGERO ZOCLO Y PASAMANOS DE REDONDOS DE ACERO INOX. ::51MM FIJADO CON PLACAS BASE 76X153X13MM CON PANEL INTERMEDIO DE LÁMINA PERFORADA :: 10MMX2MM, FIJADOS CON CLIPS DE 51X51X20MM. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.91 m	VARIABLE	FIJO	1	POSTE REDONDO DE ACERO INOX. ::51MM Y LARGERO ZOCLO REDONDO DE ACERO INOX ::51MM	LÁMINA PERFORADA ::10MMX2MM	ACERO INOXIDABLE	4



ISOMETRICO
1 : 20

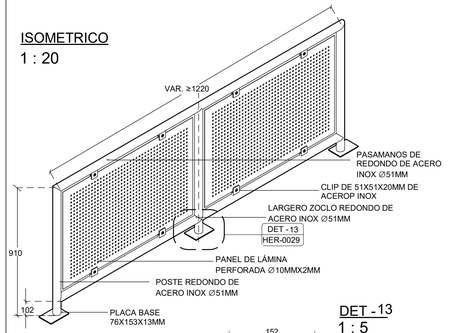


DET -12
1 : 5

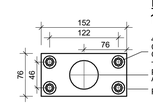
4 PERNOS DE ACERO INOX CON ARANDELA, ∅ 9.5X51, GRADO 304,
TAQUETE EXPANSIVO 75
POSTE DE REDONDO DE ACERO INOX ∅51
PLACA BASE ACERO INOX e=13

HR11 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR11	BARANDAL DE 0.91 M. DE ALTO A BASE DE POSTES, LARGEROS ZOCLO Y PASAMANOS DE REDONDOS DE ACERO INOX. ::51MM FIJADO CON PLACAS BASE 76X153X13MM CON PANELES INTERMEDIOS DE LÁMINA PERFORADA ::10MMX2MM, FIJADOS CON CLIPS DE 51X51X20MM. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.91 m	VARIABLE	FIJO	2	POSTE REDONDO DE ACERO INOX. ::51MM Y LARGERO ZOCLO REDONDO DE ACERO INOX ::51MM	LÁMINA PERFORADA ::10MMX2MM	ACERO INOXIDABLE	2



ISOMETRICO
1 : 20



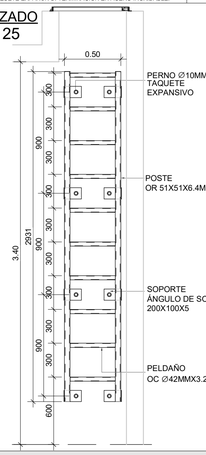
DET - 13
1 : 5

4 PERNOS DE ACERO INOX CON ARANDELA, ∅ 9.5X51, GRADO 304,
TAQUETE EXPANSIVO 75
POSTE DE REDONDO DE ACERO INOX ∅51
PLACA BASE ACERO INOX e=13

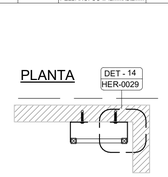
HR14 T.2

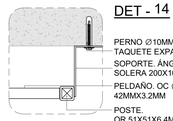
ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Numero hojas	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR14	ESCALERA MARINA DE 0.50X2.80 M. A BASE DE POSTES OR 51X51X6.4MM, PELDAÑOS OC ::42MMX3.2MM FIJADA CON SOPORTE ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 Y PERNO ::10MM TAQUETE EXPANSIVO. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	2.80 m	0.50 m	FIJO	N/A	POSTE. OR 51X51X6.4MM CON SOPORTE. ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 Y PELDAÑO. OC ::42MMX3.2MM	ACERO INOXIDABLE	1

ALZADO
1 : 25



PLANTA



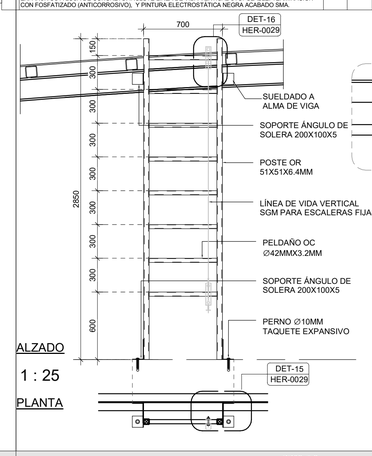


DET - 14
1 : 10

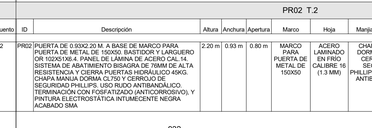
HR25 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Acabado hoja	Recuento
HR15	ESCALERA MARINA DE 0.70X2.85 M. A BASE DE POSTES OR 51X51X6.4MM, PELDAÑOS OC ::42MMX3.2MM FIJACIÓN SUPERIOR CON SOPORTE ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 SUELDADO A ALMA DE VIGA Y FIJACIÓN INFERIOR CON SOPORTE ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 CON PERNOS ::10MM Y TAQUETES EXPANSIVOS A LOSA DE CONCRETO. INCLUYE LÍNEA DE VIDA VERTICAL STOPCABLE. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA NEGRA. ACABADO SMA.	2.85 m	0.70 m	FIJO	POSTE. OR 51X51X6.4MM CON SOPORTE. ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 Y PELDAÑO. OC ::42MMX3.2MM	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA	1

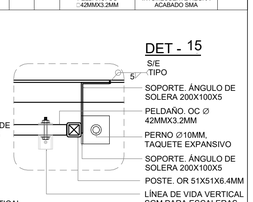
ALZADO
1 : 25



PLANTA



DET - 15
S/E

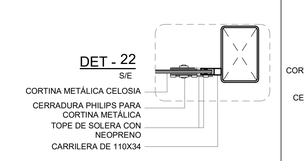




HR16 T1.0

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Acabado hoja	Recuento
HR16	BASE DE HERRERÍA DE 1.200X0.600X0.30M A BASE DE LARGUEROS (4) LI 51X6.4MM CON REFUERZOS (2) LI 51X6.4MM, SOBRE POSTES (4) LI 51X6.4MM ANCLADA A PLACA BASE (4) 102X102X6.4MM	0.30 m	0.60 m	N/A	BASTIDOR LI 51X6.4MM	FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMESCENTE NEGRA ACABADO SMA	9

ISOMETRICO
1 : 25



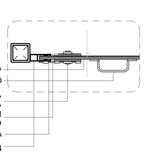
DET - 17
S/E

POSTE LI 51X6.4
PLACA BASE ACERO e=6.4

HR18 T1.0

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
HR19	ESCALERA MARINA DE 0.91X2.80 M. A BASE DE POSTES OR 51X51X6.4MM, PELDAÑOS OC ::42MMX3.2MM FIJADA CON SOPORTE ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 Y PERNO ::10MM. TAQUETE EXPANSIVO. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	2.80 m	0.50 m	N/A	POSTE. OR 51X51X6.4MM CON SOPORTE. ÁNGULO DE SOLERA 200X100X5 Y PELDAÑO. OC ::42MMX3.2MM	N/A	ACERO INOXIDABLE	1

ALZADO
1 : 25





DET - 18
S/E

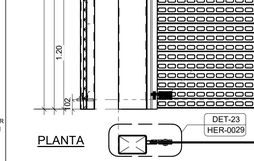
PLANTA

DET - 18
HER-0029

PR01 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Bisagras	Tope de puerta	Acabado hoja	Recuento
PR01	PUERTA DE 1.03X2.25 M. A BASE DE MARCO DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO INTERMEDIO OR 102X51X6.4 CON JAMBAS PERFIL U PARA LOVER, PANEL DE LOUVER DE ACERO DE ALETA RECTA ALA FIJA, SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA. JALADERA DE ACERO SOLDABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDALICO. USO DE LLAVE MAESTRA. TERMINACIÓN ACERO GALVANIZADO CON PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA	2.25 m	1.03 m	0.90 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	LOVER DE ALETA RECTA ALA FIJA CAL. 16	JALADERA DE ACERO SOLUABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS	BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA	TOPE MAGNETICO JNF IN.13.191 ACERO INOXIDABLE	PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA.	2

ALZADO
1 : 25

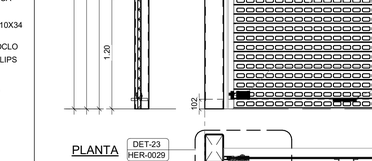


PLANTA

PR02 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Cierrapuerta	Bisagras	Acabado hoja	Recuento
PR02	PUERTA DE 0.93X2.20 M. A BASE DE MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO OR 102X51X6.4. PANEL DE LAMINA DE ACERO CAL 14, SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 76MM DE ALTA RESISTENCIA Y CIERRA PUERTAS HIDRÁULICO 45KG CHAPA MANIJA DORMA CL750 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDÁLICO. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMECENTE NEGRA ACABADO SMA	2.20 m	0.93 m	0.80 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	ACERO LAMINADO EN FRIO CALIBRE: 16 (1.3 MM)	CHAPA MANIJA DORMA CL750 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDÁLICO.	MMI QDC100 SERIE: HIERRO FUNDIDO, ALUMINIO PINTADO	BISAGRAS MMI 4 1/2" X 4 1/2" DE ACERO CROMADO SATINADO	PINTURA NEGRA ACABADO SMA.	1

ALZADO
1 : 25



PLANTA



PR03 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Bisagras	Tope de puerta	Acabado hoja	Recuento
PR03	PUERTA DE 0.93X2.20 M. A BASE DE MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO OR 102X51X6.4. PANEL DE LAMINA DE ACERO CAL.14. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 76MM DE ALTA RESISTENCIA. CHAPA MANIJA DORMA CL750 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDÁLICO. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMECENTE NEGRA ACABADO SMA	2.20 m	0.93 m	0.80 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	ACERO LAMINADO EN FRIO CALIBRE: 16 (1.3 MM)	CHAPA MANIJA DORMA CL750 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDÁLICO	BISAGRAS 4 1/2" X 4 1/2" DE ACERO CROMADO SATINADO	TOPE MAGNÉTICO JNF IN.13.191 ACERO INOXIDABLE	PINTURA NEGRA ACABADO SMA.	1

ALZADO
1 : 25

PLANTA

PR04 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Bisagras	Tope de puerta	Acabado hoja	Recuento
PR04	PUERTA DE 0.83X2.20 M. A BASE DE MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO OR 102X51X6.4. PANEL DE LÁMINA DE ACERO CAL.14. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 76MM DE ALTA RESISTENCIA. CHAPA MANIJA DORMA PARA BAÑO. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA. INTUMECENTE NEGRA ACABADO SMA	2.20 m	0.83 m	0.70 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	ACERO LAMINADO EN FRIO CALIBRE 16 (1.3 MM)	DORMA PARA BAÑO (DISEÑO, ACABADO CROMO SATINADO 626)	BISAGRAS MMI 4 1/2" X 4 1/2" DE ACERO CROMADO SATINADO	TOPE MAGNÉTICO JNF IN.13.191 ACERO INOXIDABLE	PINTURA NEGRA ACABADO SMA.	1

ALZADO
1 : 25

PLANTA

PR05 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Cierrapuerta	Tope de puerta	Acabado hoja	Recuento
PR05	SISTEMA DE PUERTA DE CIERRE DE 2.80X3.35 M. A BASE DE CORTINA METÁLICA ENROLLABLE ALUPROF CON 5 SOPORTES DE SOLERA 300X75X8. PUERTA TIPO CELOSIA CON CARRILERAS DE 110X34, JALADERA DE ZOCLO, CERRADURA PHILIPS Y SELLO DE GOMA. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMECENTE NEGRA ACABADO SMA	3.35 m	2.80 m	2.58 m	CARRILERA DE 110x34	CORTINA METÁLICA CELOSIA	CERRADURA PHILLIPS PARA CORTINA METÁLICA	SISTEMA DE CORTINA METÁLICA ENROLLABLE ALUPROF O SIMILAR EN CARACTERISTICAS	SELLO DE GOMA	PINTURA NEGRA ACABADO SMA.	6

ALZADO
1 : 30

PLANTA

PR06 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Cierrapuerta	Tope de puerta	Acabado hoja	Recuento
PR06	SISTEMA DE PUERTA DE CIERRE DE 2.55X3.35 M. A BASE DE CORTINA METÁLICA ENROLLABLE ALUPROF CON 5 SOPORTES DE SOLERA 300X75X8. PUERTA TIPO CELOSIA CON CARRILERAS DE 110X34, JALADERA DE ZOCLO, CERRADURA PHILIPS Y SELLO DE GOMA. TERMINACIÓN CON FOSFATIZADO (ANTICORROSIVO), Y PINTURA ELECTROSTÁTICA INTUMECENTE NEGRA ACABADO SMA	3.35 m	2.55 m	2.33 m	CARRILERA DE 110x34	CORTINA METÁLICA CELOSIA	CERRADURA PHILLIPS PARA CORTINA METÁLICA	SISTEMA DE CORTINA METÁLICA ENROLLABLE ALUPROF O SIMILAR EN CARACTERISTICAS	SELLO DE GOMA	PINTURA NEGRA ACABADO SMA.	1

ALZADO
1 : 30

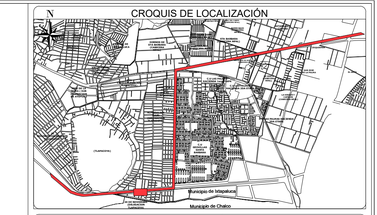
PLANTA

DET - 22
S/E

DET - 23
S/E

DET - 24
S/E

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — B1

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES HERRERÍA

- Todas las cotas están expresadas en milímetros, salvo indicación contraria.
- Las cotas rigen al dibujo; no se deberá escalar el plano.
- Se deberán verificar todas las medidas y niveles en obra antes de la fabricación e instalación.
- Cualquier discrepancia entre planos y condiciones de obra deberá reportarse a la supervisión antes de ejecutar los trabajos.
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2332.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Toda la herrería deberá fabricarse conforme a los detalles y especificaciones del proyecto.
- Toda la herrería deberá recibir primario anticorrosivo y acabado final según las especificaciones del proyecto.
- Todos los elementos deberán instalarse perfectamente alineados, nivelados y a plomo.
- No se permiten modificaciones en obra sin autorización previa de la supervisión.
- Se deberá coordinar previamente con obra civil, estructura e instalaciones antes de la fabricación e instalación.
- Verificar correcto funcionamiento de elementos móviles previo a entrega.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS_ RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA

"LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/ S.T./ 431/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
DESPIECE DE HERRERÍAS 02

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

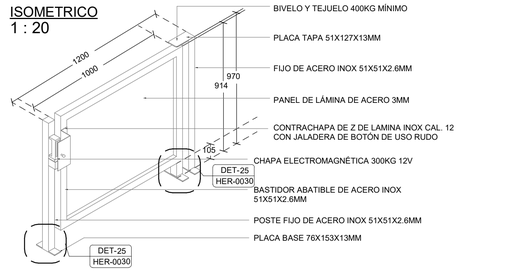
ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**	TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**
ESC.: NO APLICA	ACOT.: metros
UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**	FECHA: **29/05/2026**
REVISIÓN: **S01**	
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**	N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025
ESTADO DE PLANO: **02**	

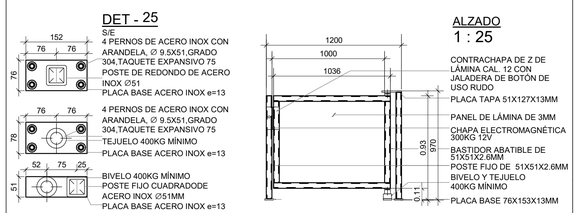
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_HER-0029-S01.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_HER-0029-S01

PR07 T.2

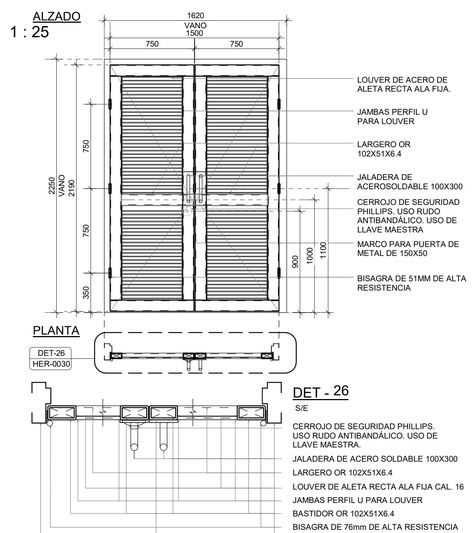
ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Cierrapuerta	Bisagras	Tope de puerta	Acabado hoja	Recuento
PR07	PUERTA DE 1.20X0.97M. A BASE DE POSTE FIJO DE 51X51X2.6MM CON PLACA BASE 76X153X13MM Y BASTIDOR ABATIBLE DE ACERO INOX 51X51X2.6MM CON FIJO DE 51X51X2.6MM. SISTEMA DE ABATIMIENTO BIVELO Y TEJUELO 400KG MINIMO, CHAPA ELECTROMAGNÉTICA 300KG 12V Y CONTRACHAPA DE Z DE LAMINA INOX CAL. 12 CON JALADERA DE BOTÓN DE USO RUDO. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.97 m	1.20 m	1.00 m	POSTE FIJO DE ACERO INOX 51X51X2.6MM.BASTIDOR ABATIBLE DE ACERO INOX 51X51X2.6MM	PANEL DE LÁMINA DE ACERO 3MM	CHAPA ELECTROMAGNÉTICA 300KG 12V CONTRACHAPA DE Z DE LAMINA INOX CAL. 12 CON JALADERA DE BOTÓN DE USO RUDO	N/A	BIVELO Y TEJUELO 400KG MÍNIMO	N/A	ACERO INOXIDABLE	1





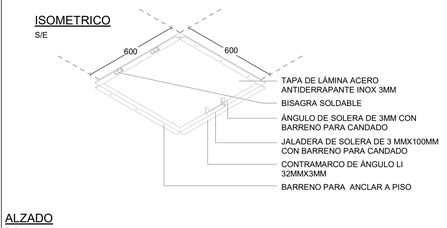
PR08 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Bisagras	Tope de puerta	Acabado hoja	Recuento
PR08	PUERTA DOBLE DE 1.62X2.25 M. A BASE DE MARCO DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUEROS INTERMEDIOS OR 102X51X6.4 CON JAMBAS PERFIL U PARA LOVER, PANELES DE LOUVER DE ACERO DE ALETA RECTA ALA FIJA. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA. JALADERA DE ACERO SOLDABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO RUDO ANTIBANDÁLICO. USO DE LLAVE MAESTRA. TERMINACIÓN ACERO GALVANIZADO CON PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA	2.25 m	1.62 m	1.50 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	LOVER DE ALETA RECTA ALA FIJA CAL 16	JALADERA DE ACERO SOLDABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS	BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA	TOPE MAGNÉTICO JNF IN 13.191 ACERO INOXIDABLE	PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA	2



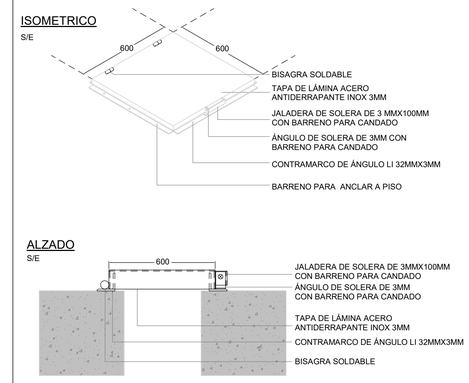
PR09 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Bisagras	Acabado hoja	Recuento
PR09	ESCOTILLA DE 0.60X0.60M. A BASE DE CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX3MM Y TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX 3MM. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA SOLDABLE. JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO Y ÁNGULO DE SOLERA DE 3MM CON BARRENO PARA CANDADO. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.60 m	0.60 m	0.60 m	CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX3MM	TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX 3MM	JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO	BISAGRA SOLDABLE	ACERO INOXIDABLE	1



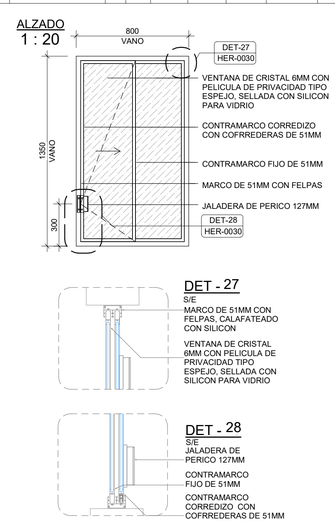
PR10 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Bisagras	Acabado hoja	Recuento
PR10	TAPA CISTERNA 0.60X0.60M. A BASE DE CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX3MM Y TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX.3MM. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA SOLDABLE. JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO Y ÁNGULO DE SOLERA DE 3MM CON BARRENO PARA CANDADO. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.60 m	0.60 m	0.60 m	CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX3MM	TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX 3MM	JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO	BISAGRA SOLDABLE	ACERO INOXIDABLE	1



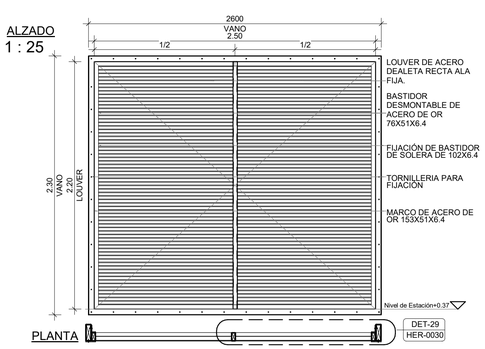
VN01.T2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Acabado hoja	Recuento
VN01	VENTANA DE ALUMINIO 0.80X1.35M .A BASE DE MARCO DE 51MM CON FELPAS Y CONTRAMARCO FIJO DE 51MM. CONTRAMARCO CORREDIZO CON COFREDERAS DE 51MM CON CRISTAL 6MM. PELICULA DE PRIVACIDAD TIPO ESPEJO, SELLADA CON SILICON PARA VIDRIO. JALADERA DE PERICO 127MM. ACABADO ANODIZADO COLOR NEGRO	1.35 m	1.35 m	CORREDIZA	MARCO DE ALUMIO DE 51MM CON FELPAS	CRISTAL 6MM CON PELICULA DE PRIVACIDAD TIPO ESPEJO	JALADERA DE PERICO 127MM	ALUMINIO ANODIZADO COLOR NEGRO	1



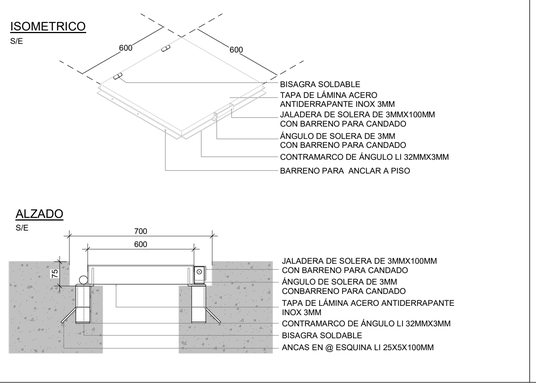
VN02.T1.0

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Acabado hoja	Recuento
VN02	FIJO DE LOUVER DE ALUMINIO DE 2.60X2.30M .A BASE DE MARCO DE ACERO DE OR 153X51X6.4. BASTIDOR DESMONTABLE DE ACERO DE OR 76X51X6.4 .CON LOUVER DE ACERO DE ALETA RECTA ALA FIJA. FIJACIÓN DE BASTIDOR DE SOLERA DE 102X6.4	2.25 m	2.60 m	FIJA	MARCO DE ACERO DE OR 153X51X6.4	LOUVER DE ALETA RECTA ALA FIJA DE ALUMINIO	ALUMINIO ANODIZADO COLOR NEGRO	1



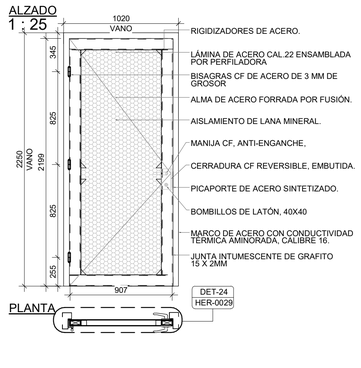
PR11 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Bisagras	Acabado hoja	Recuento
PR11	TAPA REGISTRO DE 0.60X0.60M .A BASE DE CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX3MM Y TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX 3MM. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA SOLDABLE. JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO Y ÁNGULO DE SOLERA DE 3MM CON BARRENO PARA CANDADO. FIJADA A LOSA DE CONCRETO POR ANCLAS DE @ESQUINA LI 25X5X100MM. TERMINACIÓN EN ACERO INOXIDABLE.	0.60 m	0.60 m	0.60 m	CONTRAMARCO DE ÁNGULO LI 32MMX3MM	TAPA DE LÁMINA ACERO ANTIDERRAPANTE INOX 3MM	JALADERA DE SOLERA DE 3MMX100MM CON BARRENO PARA CANDADO	BISAGRA SOLDABLE	ACERO INOXIDABLE	1



PR12 T.2

ID	Descripción	Altura	Anchura	Apertura	Marco	Hoja	Manija y cerradura	Bisagras	Acabado hoja	Recuento
PR12	PUERTA DE 1.03X2.25 M. A BASE DE MARCO DE METAL DE 150X50. BASTIDOR Y LARGUERO INTERMEDIO OR 102X51X6.4 CON JAMBAS PERFIL U PARA LOVER, PANEL DE LOUVER DE ACERO DE ALETA RECTA ALA FIJA. SISTEMA DE ABATIMIENTO BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA. JALADERA DE ACERO SOLDABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS. USO DE LLAVE MAESTRA. TERMINACIÓN ACERO GALVANIZADO CON PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA	2.25 m	1.03 m	0.90 m	MARCO PARA PUERTA DE METAL DE 150X50	LOVER DE ALETA RECTA ALA FIJA CAL 16	JALADERA DE ACERO SOLDABLE 100X300 Y CERROJO DE SEGURIDAD PHILLIPS	BISAGRA DE 51MM DE ALTA RESISTENCIA	PINTURA HORNEADA NEGRA ACABADO SMA	1





SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — R3

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXXX-ARQ-000 / X

SIMBOLO DE ALZADO — XXXX-ARQ-000 / X

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES HERRERÍA

- Todas las cotas están expresadas en milímetros, salvo indicación contraria.
- Las cotas rigen al dibujo; no se deberá escalar el plano.
- Se deberán verificar todas las medidas y niveles en obra antes de la fabricación e instalación.
- Cualquier discrepancia entre planos y condiciones de obra deberá reportarse a la supervisión antes de ejecutar los trabajos.
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Toda la herrería deberá fabricarse conforme a los detalles y especificaciones del proyecto.
- Toda la herrería deberá recibir primario anticorrosivo y acabado final según las especificaciones del proyecto.
- Todos los elementos deberán instalarse perfectamente alineados, nivelados y a plomo.
- No se permiten modificaciones en obra sin autorización previa de la supervisión.
- Se deberá coordinar previamente con obra civil, estructura e instalaciones antes de la fabricación e instalación.
- Verificar correcto funcionamiento de elementos móviles previo a entrega.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA

"LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO UNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE CUIDADOSA REVISIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO DETALLADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/V.T. 8.1- 001/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
DESPIECE DE HERRERÍAS 03

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**

ESC.: NO APLICA

ACOT.: metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**

FECHA: **29/05/2026**

REVISIÓN: **S01**

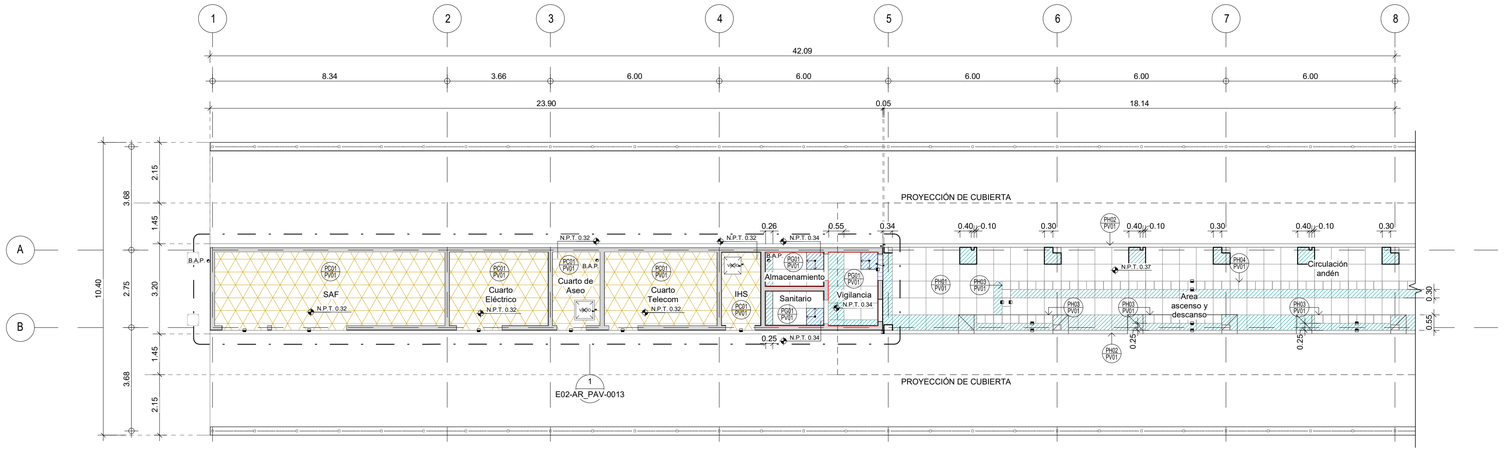
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025

ESTADO DE PLANO: **02**

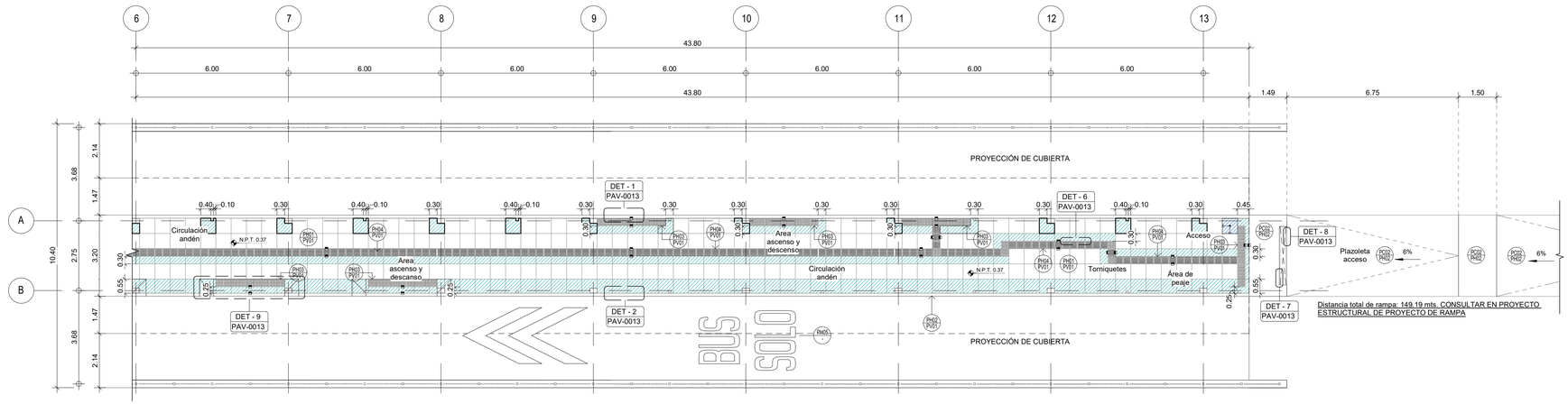
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_HER-0030-S01.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_HER-0030-S01



1 PLANTA DE PAVIMENTOS PLANTA BAJA I - TLAPACOYA

1 : 100



2 PLANTA DE PAVIMENTOS PLANTA BAJA II - TLAPACOYA

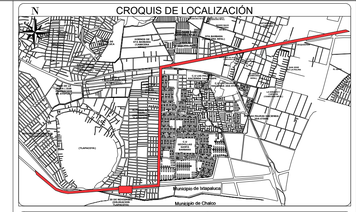
1 : 100

ACABADOS EN PISO	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
PG01	ACABADO DE PISO CERÁMICO ANTIDERRAPANTE 60x60cm, MODELO SKU: PHL06GR1, COLOR GRIS CLARO, MARCA CASTEL MEXICO S.M.A, ASENTADO CON ADHESIVO CEMENTICIO (PEGAZULEJO) SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE NIVELADA, CON JUNTAS DE 2–3 mm RELLENAS CON BOQUILLA.
	ZOCLO CERÁMICO DE 8–10 cm DE ALTURA, OBTENIDO POR CORTE DE LOSETA 60 x 60 cm, MODELO PHL06GR1, COLOR GRIS CLARO, MARCA Castel; FIJADO CON ADHESIVO CEMENTICIO Y JUNTAS RELLENAS CON BOQUILLA.
PH01	LOSETA DE CONCRETO ANTIDERRAPANTE PREFABRICADA 60x60x5cm, COLOR GRIS BKR, MARCA BASALTEX S.M.A, ASENTADO CON ADHESIVO TIPO PEGAZULEJO Y JUNTAS SELLADAS.
PH02	SOBREFIRME DE CONCRETO MARTELINADO, COLOR NATURAL, EJECUTADO EN SITIO.
PH03	PISO PODOTÁCTIL DE BOTONES 30x30x5 cm, COLOR AMARILLO GFA, MARCA BASALTEX, MODELO TÁCTIL DE ADVERTENCIA, ASENTADO CON PEGAZULEJO.
PH04	PISO PODOTÁCTIL DE BANDAS 30x30x5 cm, COLOR AMARILLO GFA, MARCA BASALTEX, MODELO TÁCTIL DE DIRECCIÓN, ASENTADO CON PEGAZULEJO O MORTERO.
PH05	PINTURA DE TRÁFICO DE HULE CLORADO, COLOR BLANCO PARA USO EN EXTERIORES, MARCA BEREL S.M.A, APLICADA SOBRE SUPERFICIE LIMPIA, SECA Y LIBRE DE CONTAMINANTES, CONFORME A ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.
PC01	RECUBRIMIENTO EPÓXICO AUTONIVELANTE CONDUCTIVO (ESD) TIPO SIKAFLOOR®-2350 ESD O SIMILAR, SOBRE CAPA PRIMARIA A BASE DE SIKAFLOOR®-151 O SIMILAR COMO SELLADOR. SISTEMA CONTINUO SIN JUNTAS, ESPESOR TOTAL APROXIMADO DE 2 A 3 MM, APLICADO SOBRE LOSA DE CONCRETO PREVIAMENTE PREPARADA, ACABADO LISO, DE ALTA RESISTENCIA MECÁNICA, QUÍMICA Y AL DESGASTE, CON PROPIEDADES DISIPATIVAS DE ELECTRICIDAD ESTÁTICA (ESD), ESPECIFICACIONES SEGÚN FABRICANTE.
PC02	IMPERMEABILIZANTE TRANSPARENTE BASE DE POLIURETANO ALIFÁTICO TIPO SIKALASTIC®-625, MARCA SIKA S.M.A, APLICADO SOBRE LOSA DE CONCRETO LIMPIA, NIVELADA Y SECA, EN SISTEMA CONTINUO.
PV01	LOSA DE CONCRETO ARMADO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2, (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_SPE-0011-S01).

4m 3m 2m 1m 0m 2m 4m

Escala 1:100

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — B1

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

SIMBOLOGÍA ACABADOS

INICIO DE DESPIECE EN PAVIMENTOS

PIEZAS DE AJUSTE EN PAVIMENTOS

CAMBIO DE ACABADO EN PISO

CAMBIO DE ACABADO EN MURO

CAMBIO DE ACABADO EN PLAFÓN

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLANTA

TAPAJUNTAS VIGILANCIA - ANDEN

PH01 / PV01 — TIPO DE ACABADO EN PISO / TIPO DE PISO

RC01 / MP01 — TIPO DE ACABADO EN MURO / TIPO DE MURO

FC01 / STR — TIPO DE ACABADO EN HERRERÍA / ELEMENTO METÁLICO

CM01 — TIPO DE ACABADO EN PLAFÓN / TIPO DE ACABADO EN CUBIERTA

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de enchancamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES — SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES — Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterránea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA

LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD DE LOS ENTREGABLES RECIBIDOS DE LOS CONTRATISTAS, CONFORME A LO EN EL MARCO DE LO DETALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI-X. X – 0.0/.0.0/2026

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA DE PAVIMENTOS GENERALES

APROBÓ

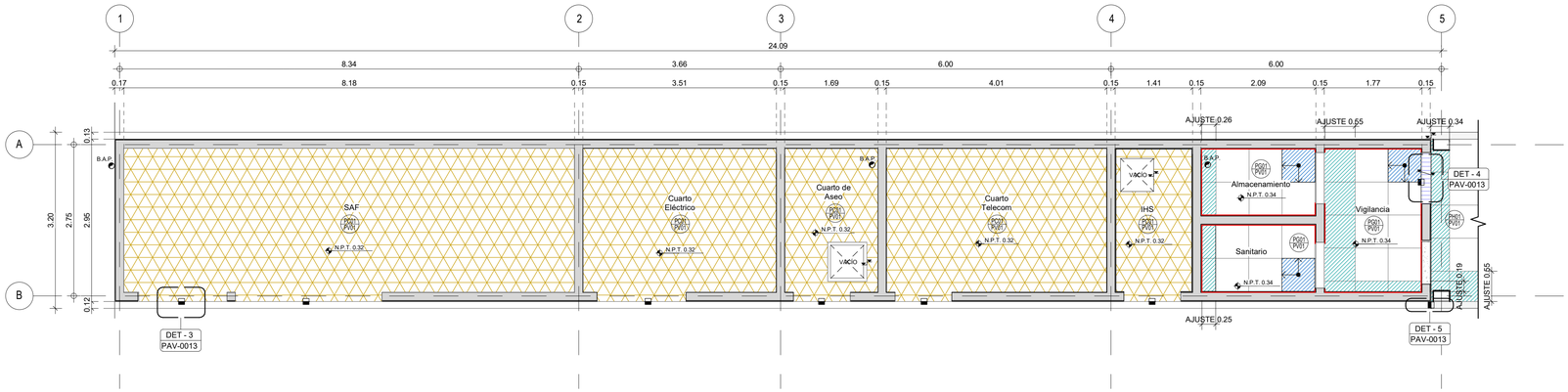
VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**	TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**
ESC.: NO APLICA	ACOT.: metros
UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**	FECHA: **29/05/2026**
REVISIÓN: **S02**	
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**	N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025
ESTADO DE PLANO: **02**	

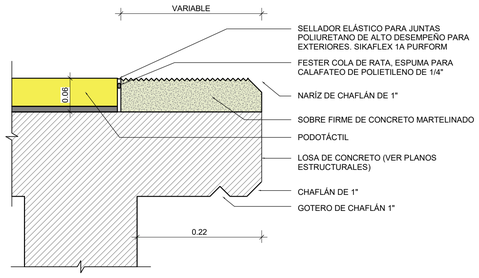
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_PAV-0012-S02.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_PAV-0012-S02



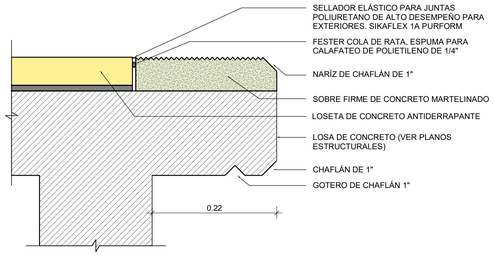
1 PLANTA DE PAVIMENTOS DETALLE 01- TLAPACOYA

1 : 50



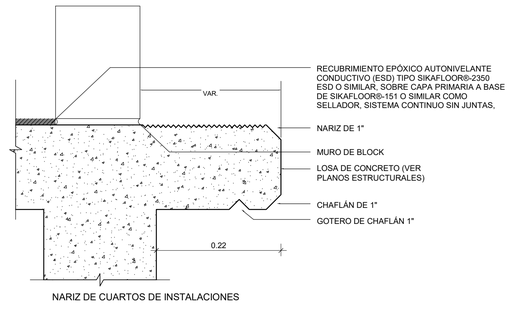
1 DET 1 - NARIZ CON PODOTÁCTIL

1 : 5



2 DET 2 - NARIZ CON LOSETA DE CONCRETO

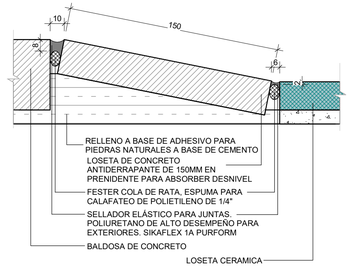
1 : 5



NARIZ DE CUARTOS DE INSTALACIONES

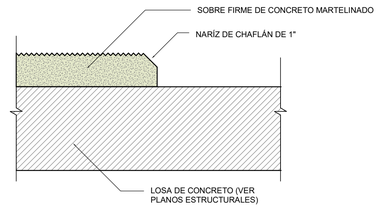
3 DET 3 - NARIZ CON RESINA EPÓXICA

1 : 5



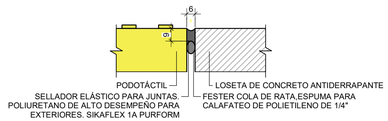
4 DET 4 - CAMBIO DE NIVEL

1 : 2



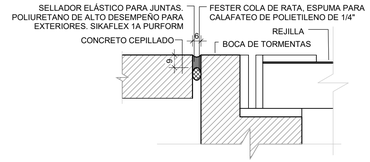
5 DET 5 - CAMBIO DE ACABADO EN NARIZ

1 : 5



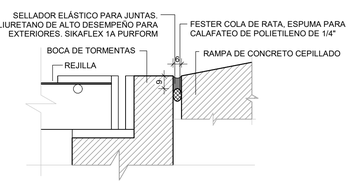
6 DET 6 - PODOTÁCTIL CON LOSETA DE CONCRETO

1 : 2



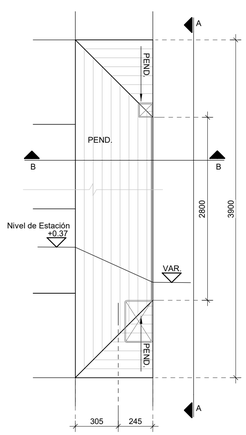
7 DET 7 - CONCRETO CEPILLADO CON BOCA DE TORMENTAS

1 : 2



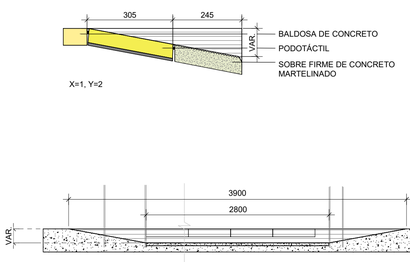
8 DET 8 - BOCA DE TORMENTAS CON RAMPA

1 : 2



9 DET 9 - DESNIVEL ÁREA DE ASCENSO Y DESCENSO

1 : 20



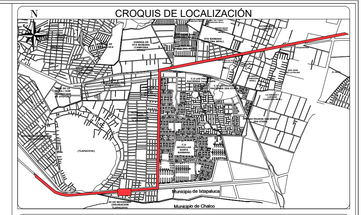
ACABADOS EN PISO

CÓDIGO		DESCRIPCIÓN
	PG01	ACABADO DE PISO CERÁMICO ANTIDERRAPANTE 60x60cm, MODELO SKU: PHLO6GR1, COLOR GRIS CLARO, MARCA CASTEL MÉXICO S.M.A, ASENTADO CON ADHESIVO CEMENTICIO (PEGAZULEJO) SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE NIVELADA, CON JUNTAS DE 2–3 mm RELLENAS CON BOQUILLA.
		ZOCLO CERÁMICO DE 8–10 cm DE ALTURA, OBTENIDO POR CORTE DE LOSETA 60 x 60 cm, MODELO PHLO6GR1, COLOR GRIS CLARO, MARCA Castel; FIJADO CON ADHESIVO CEMENTICIO Y JUNTAS RELLENAS CON BOQUILLA.
	PH01	LOSETA DE CONCRETO ANTIDERRAPANTE PREFABRICADA 60x60x5cm, COLOR GRIS BKR, MARCA BASALTEX S.M.A, ASENTADO CON ADHESIVO TIPO PEGAZULEJO Y JUNTAS SELLADAS.
	PH02	SOBREFIRME DE CONCRETO MARTELINADO, COLOR NATURAL, EJECUTADO EN SITIO.
	PH03	PISO PODOTÁCTIL DE BOTONES 30x30x5 cm, COLOR AMARILLO GFA, MARCA BASALTEX, MODELO TÁCTIL DE ADVERTENCIA, ASENTADO CON PEGAZULEJO.
	PH04	PISO PODOTÁCTIL DE BANDAS 30x30x5 cm, COLOR AMARILLO GFA, MARCA BASALTEX, MODELO TÁCTIL DE DIRECCIÓN, ASENTADO CON PEGAZULEJO O MORTERO.
	PH05	PINTURA DE TRÁFICO DE HULE CLORADO, COLOR BLANCO PARA USO EN EXTERIORES, MARCA BEREL S.M.A, APLICADA SOBRE SUPERFICIE LIMPIA, SECA Y LIBRE DE CONTAMINANTES, CONFORME A ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.
	PC01	RECUBRIMIENTO EPÓXICO AUTONIVELANTE CONDUCTIVO (ESD) TIPO SIKAFLOOR®-2350 ESD O SIMILAR, SOBRE CAPA PRIMARIA A BASE DE SIKAFLOOR®-151 O SIMILAR COMO SELLADOR, SISTEMA CONTINUO SIN JUNTAS, ESPESOR TOTAL APROXIMADO DE 2 A 3 MM, APLICADO SOBRE LOSA DE CONCRETO PREVIAMENTE PREPARADA, ACABADO LISO, DE ALTA RESISTENCIA MECÁNICA, QUÍMICA Y AL DESGASTE, CON PROPIEDADES DISIPATIVAS DE ELECTRICIDAD ESTÁTICA (ESD), ESPECIFICACIONES SEGÚN FABRICANTE.
	PC02	IMPERMEABILIZANTE TRANSPARENTE BASE DE POLIURETANO ALIFÁTICO TIPO SIKALASTIC®-625, MARCA SIKA S.M.A, APLICADO SOBRE LOSA DE CONCRETO LIMPIA, NIVELADA Y SECA, EN SISTEMA CONTINUO.
	PV01	LOSA DE CONCRETO ARMADO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2, (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_SPE-0011-S01).

1m 0m 1m 2m 3m

Escala 1:50

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — B1

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

SIMBOLOGÍA ACABADOS

INICIO DE DESPIECE EN PAVIMENTOS

PIEZAS DE AJUSTE EN PAVIMENTOS

CAMBIO DE ACABADO EN PISO

CAMBIO DE ACABADO EN MURO

CAMBIO DE ACABADO EN PLAFÓN

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLANTA

TAPAJUNTAS VIGILANCIA - ANDEN

PH01 / PV01 — TIPO DE ACABADO EN PISO / TIPO DE PISO

BC01 / MP01 — TIPO DE ACABADO EN MURO / TIPO DE MURO

FO01 / STR — TIPO DE ACABADO EN HERRERÍA / ELEMENTO METÁLICO

CM01 — TIPO DE ACABADO EN PLAFÓN / TIPO DE ACABADO EN CUBIERTA

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de enchacramiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES — SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado — AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRAMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterránea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA

LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAMITACIÓN ANTE LA UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI, CONFORME EN EL MARCO DE LO DETALLADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI-X S / xx/2026*

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO: **DETALLES DE PAVIMENTOS**

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**

ESC.: NO APLICA

ACOT.: metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**

FECHA: **29/05/2026**

REVISIÓN: **S02**

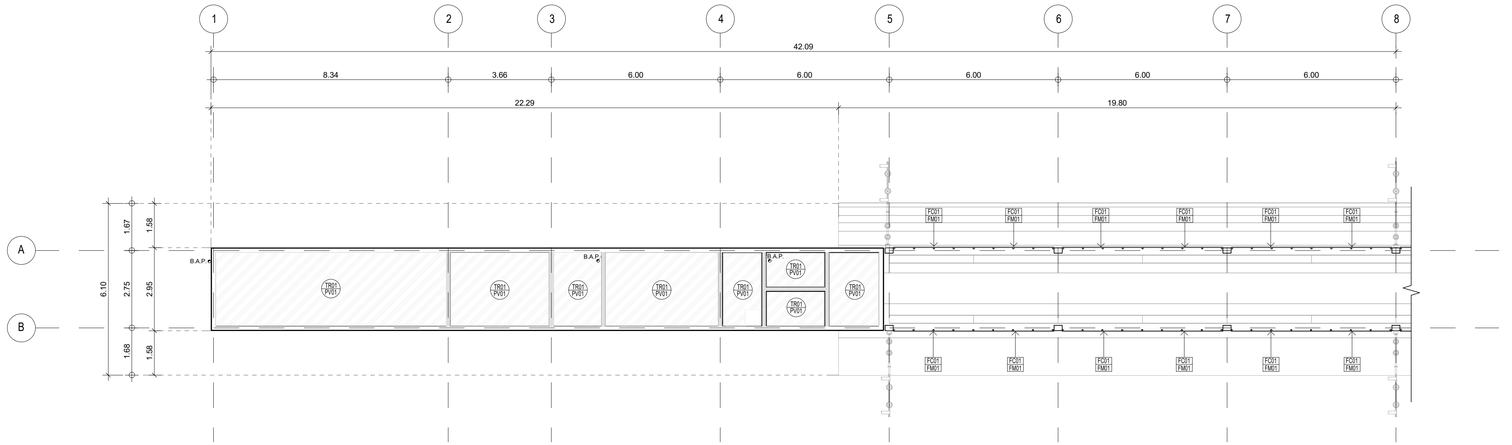
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025

ESTADO DE PLANO: **02**

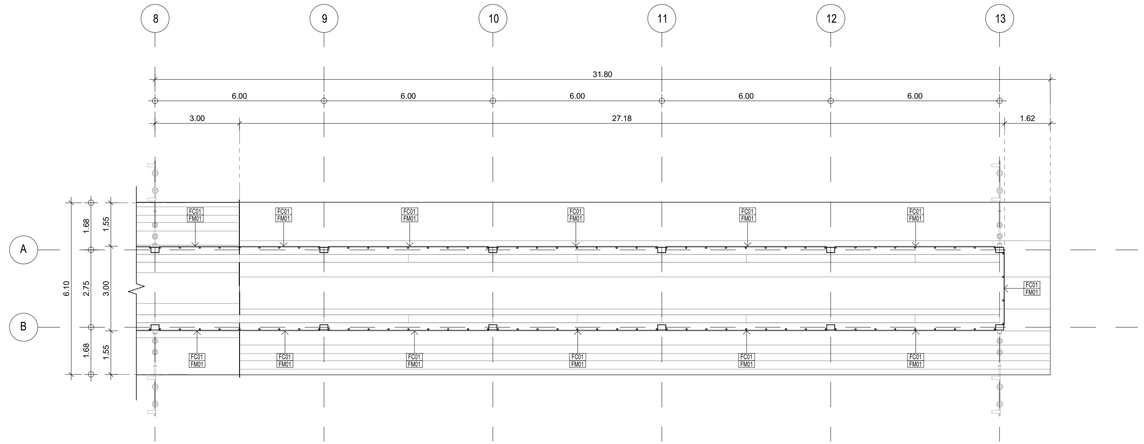
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO: **IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_PAV-0013-S02.dwg**

PLANO O CLAVE: **IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_PAV-0013-S02**



1 PLANTA DE PLAFONES PLANTA BAJA I - TLAPACOYA

1 : 100



2 PLANTA DE PLAFONES PLANTA BAJA II - TLAPACOYA

1 : 100

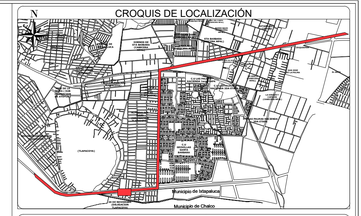
ACABADOS EN PLAFÓN		
CÓDIGO		DESCRIPCIÓN
	PV01	LOSA DE CONCRETO ARMADO DE 15 cm DE ESPESOR, CONCRETO CLASE 1, PREMEZCLADO, RESISTENCIA F'C' IGUAL O MAYOR A 250 kg/cm2, (ESPECIFICACIONES SEGÚN PROYECTO ESTRUCTURAL, PLANO IX-T01-CICA-02-E02-PLAN-ES_SPE-0011-S01).
	TR01	REPELLADO DE MICROCEMENTO, MARCA EN SITIO MODELO, COLOR NATURAL, FORMATO 1.5 cm DE ESPESOR, APLICADO SOBRE LOSA DE CONCRETO, ACABADO UNIFORME, CON SELLADOR TRANSPARENTE BASE POLIURETANO TIPO SIKAFLOOR®-304 W S.M.A.

TIPOS DE FALDÓN	
FM01	LÁMINA LISA MARCA ACEROSCREA, MODELO: LÁMINA ROLADA, COLOR ZINTRO ALUM, FORMATO 91.5 cm x 2.44 m a 7.32 m. INSTALADO CONFORME A ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.
ACABADOS EN ELEMENTOS METÁLICOS	
FC01	SISTEMA DE PINTURA INTUMESCENTE PARA PROTECCIÓN CONTRA FUEGO EN ELEMENTOS METÁLICOS, MARCA PPG S.M.A., MODELO STEELGUARD® O EQUIVALENTE APROBADO, APLICADO COMO SISTEMA MULTICAPA SOBRE SUPERFICIE LIMPIA Y PREPARADA, INCLUYENDO PRIMARIO ANTICORROSIVO, CAPA INTUMESCENTE CON ESPESOR SEGÚN RESISTENCIA AL FUEGO REQUERIDA DE 3HRS.

4m 3m 2m 1m 0m 2m 4m

Escala 1:100

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — B1

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000

SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

SIMBOLOGÍA ACABADOS

INICIO DE DESPIECE EN PAVIMENTOS

PIEZAS DE AJUSTE EN PAVIMENTOS

CAMBIO DE ACABADO EN PISO

CAMBIO DE ACABADO EN MURO

CAMBIO DE ACABADO EN PLAFÓN

INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLANTA

TAPAJUNTAS VIGILANCIA - ANDEN

PM01 / PV01 — TIPO DE ACABADO EN PISO / TIPO DE PISO

RC01 / MP01 — TIPO DE ACABADO EN MURO / TIPO DE MURO

FC01 / STR — TIPO DE ACABADO EN HERRERÍA / ELEMENTO METÁLICO

CM01 — TIPO DE ACABADO EN PLAFÓN / TIPO DE ACABADO EN CUBIERTA

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	27/03/2026	ENTREGA ANTEPROYECTO
S01	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S02	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES — SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES — Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA

"LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.5.1.-0012/2026"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA DE PLAFONES GENERALES

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK: **FRENTE 1 CAPUFE**

ESC.: NO APLICA

ACOT.: metros

UBICACIÓN: **CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55**

FECHA: **29/05/2026**

REVISIÓN: **S02**

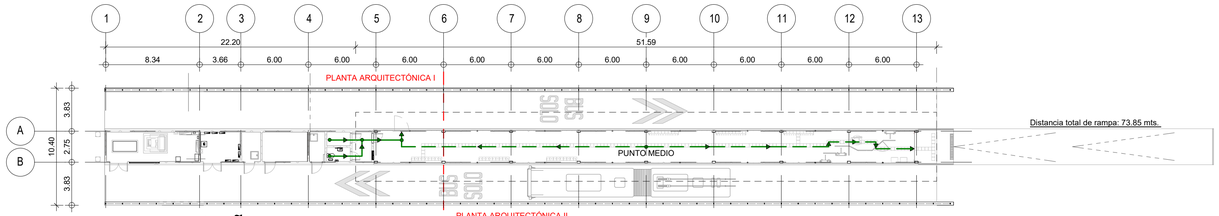
NOMBRE DEL PROYECTO: **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO: ARTF/077-OP/2025

ESTADO DE PLANO: **02**

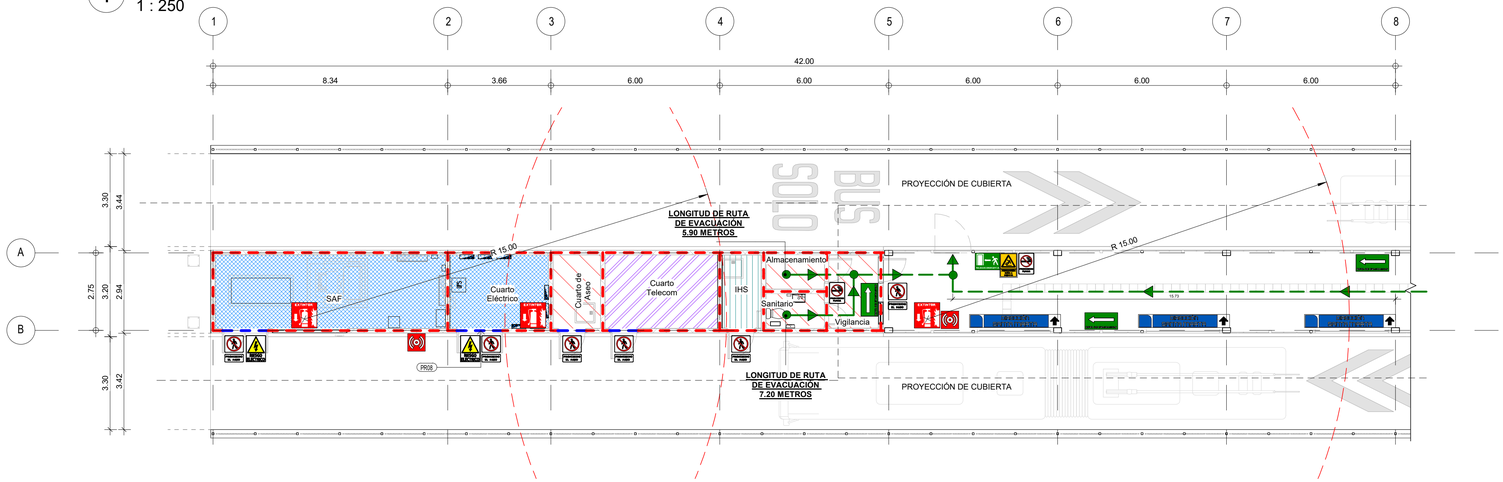
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_PLA-0014-S02.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_PLA-0014-S02



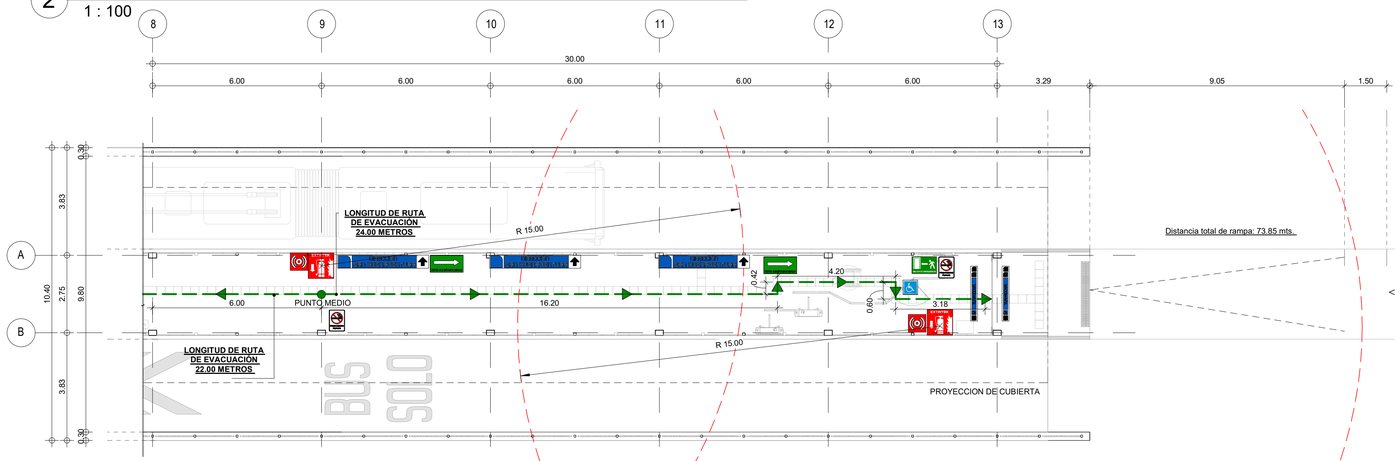
1 PLANTA SEÑALETICA LLAVE - TLAPACOYA

1 : 250



2 PLANTA SEÑALETICA PLANTA BAJA I - TLAPACOYA

1 : 100



3 PLANTA SEÑALETICA PLANTA BAJA II - TLAPACOYA

1 : 100

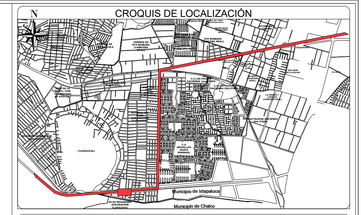
TABLA DE CODIFICACIONES DE SEÑALETICA DE EVACUACIÓN

PICTOGRAMA	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO cm (HxL)	CANTIDAD	PICTOGRAMA	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO cm (HxL)	CANTIDAD	PICTOGRAMA	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO cm (HxL)	CANTIDAD
EXTINTOR	EXTINTOR, COLOCAR ALTURA INDICADA.	25 X 25 cm	5	RIESGO ELECTRICO	RIESGO ELECTRICO, COLOCAR ALTURA INDICADA	25 x 35 cm	2		ACTIVACIÓN DE ALARMA - COLOCAR ALTURA INDICADA	25 x 25 cm	4
SALIDA DE EMERGENCIA	SALIDA DE EMERGENCIA,COLOCAR ALTURA INDICADA.	35 x 25 cm	2	PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO FUMAR, COLOCAR ALTURA INDICADA	20 x 25 cm	4	DIRECCION SANTA MARTA	SEÑALETICA DIRECCION - COLOCAR ALTURA INDICADA, CORROBORAR DISEÑO PARA SEÑALES DE ESTACION CON MANUAL DE DISEÑO INSTITUCIONAL (MANUAL DE INTEGRACION GRAFICA Y VISUAL PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE).	25 x 25 cm	6
RUTA DE EVACUACION	RUTA DE EVACUACIÓN DIRECCIÓN DERECHA COLOCAR ALTURA INDICADA	35 x 25 cm	3	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO, COLOCAR ALTURA INDICADA	25 x 35 cm	6	11	SEÑALETICA NOMBRE DE ESTACION - COLOCAR ALTURA INDICADA, CORROBORAR DISEÑO PARA SEÑALES DE ESTACION CON MANUAL DE DISEÑO INSTITUCIONAL, (MANUAL DE INTEGRACION GRAFICA Y VISUAL PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE).	195 x 25 cm	2
RUTA DE EVACUACION	RUTA DE EVACUACIÓN DIRECCIÓN IZQUIERDA, COLOCAR AALTURA INDICADA	35 x 25 cm	2		USO ESCLUSIVO - COLOCAR ALTURA INDICADA	50 x 35 cm	1	PRECAUCION CAIDA A DESNIVEL	PRECAUCION CAIDA A DESNIVEL - COLOCAR ALTURA INDICADA	35 x 25 cm	1

CLASIFICACION DE RIESGO Y RF

ESPACIO	FUNCIÓN	CRITICIDAD TECNICA		RF POR NORMATIVA		RF POR SISTEMA CONSTRUCTIVO	
CUARTO ELECTRICO/SAF	DISTRIBUCION ENERGETICA	ALTA		NFPA 70 ISC Ch.7	RF 3Hr	RF 4H	
TELECOM/ SITE	INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES	MEDIA-ALTA		NFPA 70	RF 2Hr	RF 4H	
IHS	SOPORTE TI	MEDIA		NFPA 70	RF 1Hr	RF 4H	
VIGILANCIA/SANITARIO/ ASEO/ ALMACENAMIENTO	OPERACIÓN OCUPACIONAL	ALTA		SIN REQUERIMIENTO ESPECIFICO	X	RF 4H	
PUERTA DE ACCESO						RF 3H	

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO DE EJE — X XXX-ARQ-000

RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — R

SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000 / X

SIMBOLO DE ALZADO — X / XXX-ARQ-000

INDICA CORTE EN DIBUJO

CAMBIO DE NIVEL

DIRECCIÓN DE PENDIENTE

COTA DE ELEVACIÓN — E

ABREVIACIONES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
N.I.C.	Nivel inferior de cubierta	N.I.	Nivel de inundación
N.I.T.	Nivel inferior de trabe	Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES — SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES — Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
NOMBRE_APELLIDOS_ SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	NOMBRE_APELLIDOS RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA
NOMBRE_APELLIDOS_ UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	NOMBRE_APELLIDOS_ OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO ÚNICAMENTE COMO CONSTANCIA DE COORDINACIÓN, INTEGRACIÓN Y TRAZABILIDAD, CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI-V.B.T.-XX-XXXX"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
SEÑALETICA - ESTACIÓN - PLANTA BAJA

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD **ARQUITECTURA**

TRAMO/PK

ESC. NO APLICA

ACOT.

UBICACIÓN

FECHA **29/05/2026**

REVISIÓN **S01**

NOMBRE DEL PROYECTO **TROLEBUS IXTAPALUCA**

N° DE PROYECTO ARTF/077-OP/2025

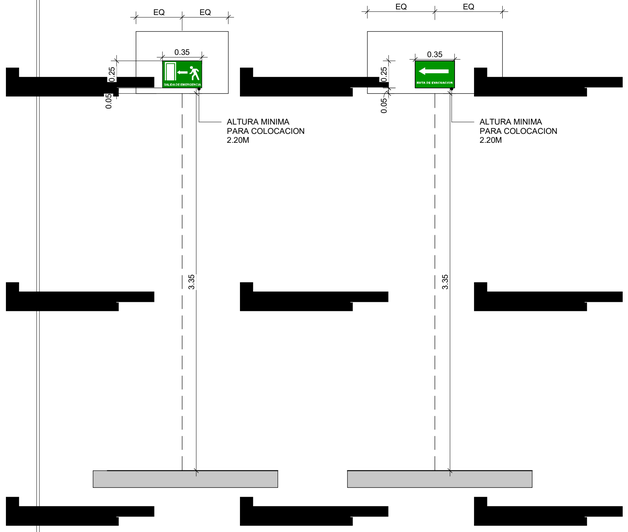
ESTADO DE PLANO **02**

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E2-PLA-AR_SEÑ-0031-S01.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E2-PLA-AR_SEÑ-0031-S01

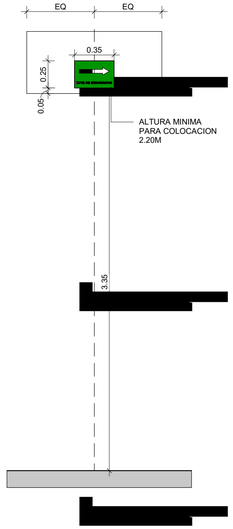
4m 3m 2m 1m 0m 2m 4m

Escala 1:100

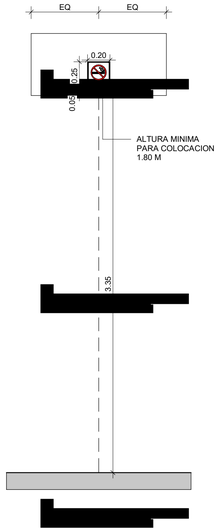


ALZADO - SALIDA DE EMERGENCIA

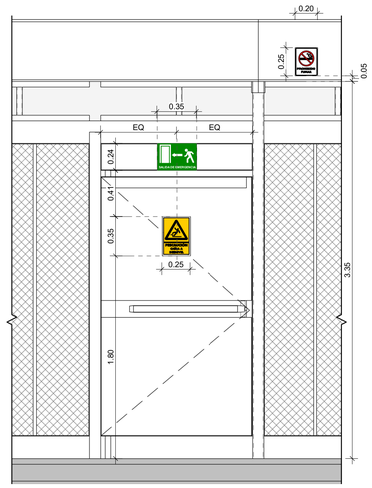
ALZADO - RUTA DE EVACUACION IZQ



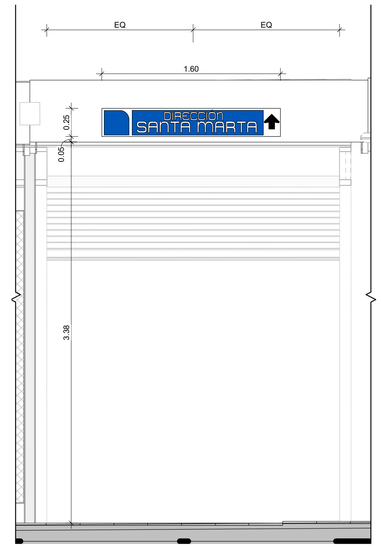
ALZADO - RUTA DE EVACUACION DER



ALZADO - NO FUMAR



ALZADO - SALIDA DE EMERGENCIA



ALZADO - DIRECCION

ALZADO - ACTIVACIÓN DE ALARMA

ALZADO - RIESGO ELECTRICO Y PROHIBIDO EL PASO

ALZADO - PROHIBIDO EL PASO

ALZADO - USO EXCLUSIVO

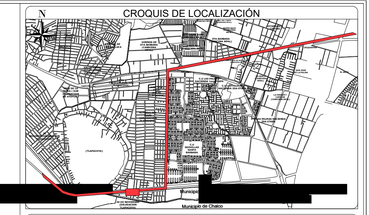
ALZADO - EXTINTOR

ALZADO - NOMBRE DE ESTACIÓN

TABLA DE CODIFICACIONES DE SEÑALETICA DE EVACUACIÓN

PICTOGRAMA	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO cm (HxL)	CANTIDAD	PICTOGRAMA	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO cm (HxL)	CANTIDAD	PICTOGRAMA	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO cm (HxL)	CANTIDAD
EXTINTOR	EXTINTOR, COLOCAR ALTURA INDICADA.	25 X 25 cm	5	RIESGO ELECTRICO	RIESGO ELECTRICO, COLOCAR ALTURA INDICADA	25 x 35 cm	2		ACTIVACIÓN DE ALARMA - COLOCAR ALTURA INDICADA	25 x 25 cm	4
SALIDA DE EMERGENCIA	SALIDA DE EMERGENCIA,COLOCAR ALTURA INDICADA.	35 x 25 cm	2	PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO FUMAR, COLOCAR ALTURA INDICADA	20 x 25 cm	4	DIRECCION SANTA MARTA	SEÑALETICA DIRECCION - COLOCAR ALTURA INDICADA, CORROBORAR DISEÑO PARA SEÑALES DE ESTACION CON MANUAL DE DISEÑO INSTITUCIONAL, (MANUAL DE INTEGRACION GRAFICA Y VISUAL PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE).	25 x 25 cm	6
RUTA DE EVACUACIÓN	RUTA DE EVACUACIÓN DIRECCIÓN DERECHA COLOCAR ALTURA INDICADA	35 x 25 cm	3	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO, COLOCAR ALTURA INDICADA	25 x 35 cm	6	TLAPACOYA 11	SEÑALETICA NOMBRE DE ESTACION - COLOCAR ALTURA INDICADA, CORROBORAR DISEÑO PARA SEÑALES DE ESTACION CON MANUAL DE DISEÑO INSTITUCIONAL, (MANUAL DE INTEGRACION GRAFICA Y VISUAL PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE).	195 x 25 cm	2
RUTA DE EVACUACIÓN	RUTA DE EVACUACIÓN DIRECCIÓN IZQUIERDA, COLOCAR AALTURA INDICADA	35 x 25 cm	2		USO ESCLUSIVO - COLOCAR ALTURA INDICADA	50 x 35 cm	1	PRECAUCION CAIDA A DESNIVEL	PRECAUCION CAIDA A DESNIVEL - COLOCAR ALTURA INDICADA	35 x 25 cm	1

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA
SIMBOLO DE EJE — XXX-ARQ-000
RADIO DE SEGURIDAD CATENARIA — 5Ø
SIMBOLO DE SECCIÓN — XXX-ARQ-000
SIMBOLO DE ALZADO — XXX-ARQ-000
INDICA CORTE EN DIBUJO
CAMBIO DE NIVEL
DIRECCIÓN DE PENDIENTE
COTA DE ELEVACIÓN

ABREVIACIÓNES

N.P.T.	Nivel de piso terminado	N.S.F.	Nivel superior de fascia
N.S.C.	Nivel superior de cubierta	N.B.F.	Nivel bajo de fascia
N.B.C.	Nivel bajo de cubierta	N.P.	Nivel de pretil
		N.I.	Nivel de inundación
		Pend.	Pendiente

NOTAS DE PLANO

NOTAS GENERALES

- Todas las dimensiones están en metros (m).
- Para efectos de coordinación interdisciplinaria, el nivel +0.37 mts del proyecto de Arquitectura se refiere al nivel +2232.474 mts indicado en el proyecto de Trazo y Rasante, en el cadenamiento 1+466.55 KM.
- Este plano deberá leerse en conjunto con los planos de todas las especialidades.
- Las dimensiones y especificaciones estructurales se regirán por el proyecto estructural.
- El sistema de catenaria se ejecutará conforme al proyecto de catenarias.
- La geometría, niveles y secciones viales se regirán por el proyecto de vialidad.
- Verificar dimensiones en campo. No escalar planos.
- Los tirantes de encharcamiento indicados corresponden a las condiciones actuales evaluadas en el Estudio Hidráulico y de Inundabilidad TI-S01-02-EST-DRE-EIN-0A, no contempla proyecto de Drenaje Hidráulico.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	08/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO
S01	29/05/2026	ENTREGA PROYECTO EJECUTIVO ATENCION A COMENTARIOS

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

[redacted]NES Y TRANSPORTE PÚBLICO INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la "AUTORIZACIÓN", PARA PROYECTOS BAJO TRÁMITE 04-018: "Autorización para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, ductos de petróleo o sus derivados, o cualquier otra obra subterranea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria." registrado ante la Comisión NAcional de Mejora Regulatoria.

VALIDA	AUTORIZA
[redacted] NOMBRE_APELLIDOS SUPERINTENDENTE DE SERVICIO SUPERVISIÓN EXTERNA	[redacted]E RESIDENTE DE OBRA Contrato No. XXXXXXX/XXX-XX/XXXX
APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE NOMBRE_APELLIDOS UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI	RUBRICA COMO ASISTENCIA TÉCNICA AL RESIDENTE DE OBRA NOMBRE_APELLIDOS OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA "LA OFICINA TÉCNICA INTEGRADORA SUSCRIBE EL PRESENTE PLANO TRABAJADO POR LA EMPRESA [redacted] CONFORME A LOS ALCANCES CONTRACTUALES DEL SERVICIO, EN EL MARCO DE LO SEÑALADO EN EL OFICIO No. ATTRAPI/1.1.1.-0112025"

PARA USO EXCLUSIVO DE LA CONTRATISTA

[redacted] ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TABLA DE DETALLES DE SEÑALETICA - ESTACIÓN

APROBÓ

VALIDÓ

REALIZÓ

ESPECIALIDAD	TRAMO/PK
ARQUITECTURA	**FRENTE 1 CAPUFE**

[redacted] ACOT. metros

UBICACIÓN	FECHA	REVISIÓN
CARRETERA MÉXICO-PUEBLA KM 1+392.64 A KM 1+466.55	**29/05/2026**	**S01**

NOMBRE DEL PROYECTO	N° DE PROYECTO	ESTADO DE PLANO
TROLEBUS IXTAPALUCA	ARTF/077-OP/2025	**02**

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_SEÑ-0032-S01.dwg

PLANO O CLAVE
IX-T01-CICA-02-E02-PLA-AR_SEÑ-0032-S01

TERRABridge

TERRABridge, S.A. de C.V.

GEOTECNIA ESTUDIOS

REGISTRO DE CAMPO

Código	No. Doc	No. Proy	Fecha	Versión	Páginas
TRB-GE-PL-00	IGT-01		24 / 03 / 2026	01	1 de 1

DATOS GENERALES

CLIENTE: ICA

PROYECTO: Trolebus Ixtapaluca

UBICACIÓN: Av. Santa Barbara

DATOS DELPOZO

TIPO: PCA

No.: 07

PROF: 2.70 m

X= 510 330.43

Y= 2 133 822.39

ZONA 2.70 m

DATOS DEL PERSONAL

TÉCNICO PERF:

SUPERVISOR: [redacted]

ING. RESIDENTE:

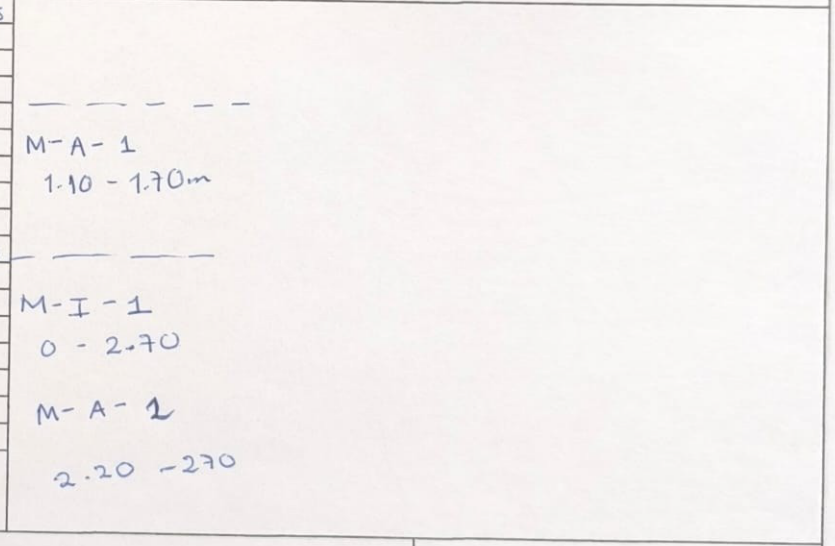
FECHA	PROFUNDIDAD (m) DE	PROFUNDIDAD (m) A	ESTRATIGRAFÍA
24/03/26	0.00	1.10	Material de relleno, fragmentos de roca, basura.
	1.10	2.20	Arena fina con arcilla el grano de la arena aumenta con respecto de la profundidad
	2.20	2.70	Arena media con gravillas - gravas de 1.00 cm en adelante

OBSERVACIONES

Se encontro agua a los 02.50 m de profundidad.

DATOS DEL POZO

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN.



Realizó	Revisó	Vo.Bo.
[redacted]		

TERRABridge

TERRABRIDGE S.A. DE C.V.

EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

REGISTRO DE CAMPO

Código: TRB-EG-RC-F-03
Versión: 1
Emisión del documento: 18/03/2026

DATOS GENERALES

Cliente: ICA
Proyecto: Geotecnia - Trolebus Ixtapaluca
No. Proyecto: 2608
Localización: Ixtapaluca, Edo. Mex.
Referencia: Av. Santa Barbara

DATOS DE SONDEO

Tipo: Sondeo Mixto
No. Sondeo: SPT-E-03
Inclinación (°):
Prof. Proy (m):
Prof. Real (m):

Coordenadas
X: 510 383
Y: 2133915
Z:
Zona:

DATOS DE PERSONAL

Tec. Perforista: Luis Hernandez
Supervisor: -
Residente: -
Entrega testigos: -
Observaciones: 5 CAJAS DE MUESTRAS

DATOS EQUIPO

Máquina: Longyear 38
Bomba: Mexico 326
NAF (m):
Pérdida de agua (m):

Fecha	Muestra no.	Profundidad (m) de	Profundidad (m) a	Tipo de herramienta Avance	Tipo de herramienta Muestreo	Pruebas in-situ	SPT No. de golpes 15	15	15	15	RQD (m)	RQD (%)	Long. Perf. (m)	Recuperación (m)	Recuperación (%)	Descripción del material en campo
	1	0.00	0.45	45	SPT		18	23	7				45	25		RELLENO con mat. VEGETAL
	2	0.45	0.90	45	SPT		6	4	6				45	23		Arcilla cafe con mat. vegetal
	3	0.90	1.35	45	SPT		6	6	7				45	33		Arcilla con arena fina cafe claro
	4	1.35	1.80	45	SPT		7	8	7				45	22		Arcilla con arena fina cafe claro
	5	1.80	2.25	45	SPT		2	4	3				45	18		Arcilla con arena fina cafe claro
	6	2.25	2.70	45	SPT		6	9	10				45	18		Arcilla con arena fina cafe claro
	5/6	2.70	3.15	45	SPT		3	6	10				45	S/R		S/R recuperacion (Piedra en zapatas)
	5/7	3.15	3.60	45	SPT		2	1	1				45	S/R		S/R recuperacion
	7	3.60	4.05	45	SPT		1	1	1				45	10		Arena fina cafe oscuro
	8	4.05	4.50	45	SPT		5	4	3				45	20		Arena fina cafe oscura
	9	4.50	4.95	45	SPT		2	2	3				45	30		Arena con arcilla cafe OSCURO
	10	4.95	5.40	45	SPT		2	2	1				45	17		Arcilla cafe claro
	11	5.40	5.85	45	SPT		2	2	2				45	20		Arcilla cafe con gravas
	—	5.85	6.30	45	SPT		2	1	1				45	S/R		S/R recuperacion
	12	6.30	6.75	45	SPT		PM	30	2				45	35		Arena fina negra Arcilla cafe claro
	13	6.75	7.20	45	SPT		2	1	1				45	25		Arena fina negra
	14	7.20	7.65	45	SPT		1	1	2				45	30		Arcilla con arena cafe oscura
	15	7.65	8.10	45	SPT		1	1	1				45	28		Arcilla con arena cafe oscura
	16	8.10	8.55	45	SPT		PM	1	1				45	23		Arcilla cafe clara
	17	8.55	9.00	45	SPT		1	1	3				45	25		Arcilla cafe clara
	16	9.00	9.43	45	SPT		1	1	1				45	10		Arcilla cafe clara
	—	9.45	9.90	45	SPT		1	1	1				45	S/R		S/R recuperacion
	19	9.90	10.35	45	SPT		1	2	2				45	20		Arcilla cafe clara
	20	10.35	10.80	45	SPT		1	1	1				45	35		Arcilla gris oscura
	21	10.80	11.25	45	SPT		1	2	2				45	5		Arcilla cafe oscura

Nomenclatura:

SPT: Penetración estándar
TSH: Tubo shelby
TSHD: Tubo shelby dentado
ABT: Avance con broca triconica
PH: Peso de herramienta
S/R: Sin recuperación
BNQ: Barril NQ
BHQ: Barril HQ
BPQ: Barril PQ
CPT: Cono eléctrico
CPTu: Cono eléctrico + poro
PHI: Phicómetro
PM: Presiometro Menard
P/S: Parte superior
P/I: Parte inferior

TERRABRIDGE S. A. de C. V.

[redacted]

[redacted]

[redacted]

TERRABridge

TERRABRIDGE S.A. DE C.V.

EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

REGISTRO DE CAMPO

Código: TRB-EG-RC-F-03
Versión: 1
Emisión del documento: 16/03/2026

DATOS GENERALES

Cliente: ICA
Proyecto: Geotecnia - Trolebus Ixtapaluca
No. Proyecto: 2608
Localización: Ixtapaluca, Edo. Mex.
Referencia: Av. Santa Barbara

DATOS DE SONDEO

Tipo: Sondeo Mixto
No. Sondeo: SIP-E-3
Inclinación (°):
Prof. Proy (m):
Prof. Real (m):

Coordenadas
X: 510333
Y: 2133915
Z:
Zona:

DATOS DE PERSONAL

Tec. Perforista: Luis Hra
Supervisor: -
Residente: -
Entrega testigos: -
Observaciones: -

DATOS EQUIPO

Máquina: Longear 38
Bomba: Mayno 316
NAF (m):
Pérdida de agua (m):

Fecha	Muestra no.	Profundidad (m) de	a	Tipo de herramienta Avance	Muestreo	Pruebas in-situ	SPT No. de golpes 15	15	15	15	RQD (m)	(%)	Long. Perf. (m)	Recuperación (m)	(%)	Descripción del material en campo
	22	11.25	11.70		SPT		5	4	8		45		45	45		Arcilla c/arena fina obt. tapas.
	23	11.70	12.15		SPT		9	17	7		45		45	18		Arcilla gris Oscura
	—	12.15	12.60		SPT		2	2	2				45	S/R		Sin recuperación
	—	12.60	13.05		SPT		1	1	2				45	S/R		Sin recuperación
	24	13.05	13.50		SPT		2	1	2				45	30		Arcilla gris Oscura
	25	13.50	13.95		SPT		2	2	1				45	24		Arcilla gris Oscura
	26	13.95	14.40		SPT		2	2	2				45	20		Arcilla gris Oscura
	27	14.40	14.85		SPT		3	2	1				45	18		Arcilla gris Oscura
1/4/26	28	14.85	13.30		SPT		2	2	3				45	42		Arcilla gris con poca arena
	29	13.30	15.75		SPT		4	4	4				45	38		Arcilla rojiza en zapata
	30	15.75	16.20		SPT		2	3	2				45	24		Arcilla café rojiza
	31	16.20	16.65		SPT		1PM	30	1				45	41		Arcilla café rojizo
	32	16.65	17.00		SPT		1	2	2				45	32		Arcilla café con poca arena
	33	17.00	17.45		SPT		2	2	3				45	39		Arcilla café verdoso
	34	17.45	17.90		SPT		2	1	2				45	37		Arcilla café verdosa anaranjado
	35	17.90	18.35		SPT		4	7	3				45	33		Arcilla gris verdoso
	36	18.35	18.80		SPT		1	1	4				45	43		Arcilla gris verdosa con mat vegetal
	5/2	18.80	19.25		SPT		PM	PM	1				45	S/R		Sin recuperación
	37	19.25	19.70		SPT		3	4	4				45	24		Arcilla café con muy poca arena
	38	19.70	20.60		TSH		SHELBY						90	80		Arcilla café con poca arena
	39	20.60	21.05		SPT		2	15	43				45	32		Arcilla café con poca arena
	40	21.05	21.50		SPT		12	17	12				45	32		Arcilla Arena gris claro.
	41	21.50	21.95		SPT		11	6	6				45	20		Arena café oscura
	42	21.95	22.25		SPT		7	50/15					30	18		Arena poco limosa oscura
	—	22.25	22.40		SPT		AM	AM	CÉ				15	—	—	Avanzar Broca TRICONICA

Nomenclatura:

SPT: Penetración estándar
TSH: Tubo shelby
TSHD: Tubo shelby dentado
ABT: Avance con broca triconica
PH: Peso de herramienta
S/R: Sin recuperación
BNQ: Barril NQ
BHQ: Barril HQ
BPQ: Barril PQ
CPT: Cono eléctrico
CPTu: Cono eléctrico + poro
PHI: Phicómetro
PM: Presiometro Menard
P/S: Parte superior
P/I: Parte inferior

[redacted]

TERRABRIDGE S. A. de C. V.

[redacted]

[redacted]

Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. de C.V. Todos los derechos reservados ©.

TERRABridge

TERRABRIDGE S.A. DE C.V.

EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

REGISTRO DE CAMPO

Código: TRB-EG-RC-F-03
Versión: 1
Emisión del documento: 16/03/2026

DATOS GENERALES

Cliente: ICA
Proyecto: Geotecnia - Trolebus Ixtapaluca
No. Proyecto: 2608
Localización: Ixtapaluca, Edo. Mex.
Referencia: Av. Santa Barbara

DATOS DE SONDEO

Tipo: Sondeo Mixto
No. Sondeo: SPT-E-03
Inclinación (°):
Prof. Proy (m):
Prof. Real (m):

Coordenadas
X: 510 383
Y: 2133915
Z:
Zona:

DATOS DE PERSONAL

Tec. Perforista: LUIS HERNANDES
Supervisor: -
Residente: -
Entrega testigos: -
Observaciones: -

DATOS EQUIPO

Máquina: GOODYEAR-38
Bomba: MOYNO 3-L6
NAF (m):
Pérdida de agua (m):

Fecha	Muestra no.	Profundidad (m) de	Profundidad (m) a	Tipo de herramienta Avance	Tipo de herramienta Muestreo	Pruebas In-situ	SPT No. de golpes 15	15	15	15	RQD (m)	RQD (%)	Long. Perf. (m)	Recuperación (m)	Recuperación (%)	Descripción del material en campo
	43	22.40	22.65	25	SPT		38	50/10					25	20		Arena gruesa y fina con grabos obscuros
	—	22.65	22.85	20	ABT		AVANCE						20	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	44	22.85	23.10	25	SPT		42	50/10					25	20		Arena fina a gruesa con grabos obscuros
	—	23.10	23.30	20	ABT		AVANCE						20	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	45	23.30	23.58	28	SPT		28	50/13					28	19		Arena obscura poco limosa
	—	23.58	23.75	17	ABT		AVANCE						17	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	46	23.75	24.05	30	SPT		33	50/15					30	26		Arena obscura poco limosa
	—	24.05	24.20	15	ABT		AVANCE						15	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	S/R	24.20	24.30	10	SPT		50/10						10	S/R	S/R	Sin recuperacion
	—	24.30	24.65	35	ABT		AVANCE						25	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	47	24.65	25.10	45	SPT		26	39	44				45	26		Arena fina con grava en parte Sup.
02-04-26	48	25.10	25.35	25	SPT		37	50/10					25	19		Arena cafe obscura
	—	25.35	25.55	15	ABT		AVANCE						15	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	49	25.55	25.82	27	SPT		19	50/12					27	18		Arena cafe poco limosa
	—	25.82	26.00	18	ABT		AVANCE						18	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	50	26.00	26.25	25	SPT		42	50/10					25	20		Arena fina gris
	—	26.25	26.45	20	ABT		AVANCE						20	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	51	26.45	26.70	25	SPT		37	50/10					25	17		Arena fina cafe poco limosa
	—	26.70	26.90	20	ABT		AVANCE						20	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	S/R	26.90	27.05	15	SPT		50/15						15	S/R		Sin recuperacion
	—	27.05	27.35	30	ABT		AVANCE						30	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	52	27.35	27.50	15	SPT		50/15						15	12		Arena cafe fina con grabillas intercalo
	—	27.50	27.80	30	ABT		AVANCE						30	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	53	27.80	27.93	13	SPT		50/13						13	12		Arena fina cafe con grabos
	—	27.93	28.25	32	ABT		AVANCE						32	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA

Nomenclatura:

SPT: Penetración estándar
TSH: Tubo shelby
TSHD: Tubo shelby dentado
ABT: Avance con broca triconica
PH: Peso de herramienta
S/R: Sin recuperación
BNQ: Barril NQ
BHQ: Barril HQ
BPQ: Barril PQ
CPT: Cono eléctrico
CPTu: Cono eléctrico + poro
PHI: Phicómetro
PM: Presiometro Menard
P/S: Parte superior
P/I: Parte inferior

[redacted] TERRABRIDGE S. A. de C. V. [redacted]

Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. de C.V. Todos los derechos reservados ©.

TERRABridge

TERRABRIDGE S.A. DE C.V.

EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

REGISTRO DE CAMPO

Código: TRB-EG-RC-F-03

Versión: 1

Emisión del documento: 18/03/2026

DATOS GENERALES

[redacted]

DATOS DE SONDEO

Tipo: Sondeo Mixto

No. Sondeo: SPT-E-03

Inclinación (°): -

Prof. Proy (m): -

Prof. Real (m): -

Coordenadas

X: 510 333

Y: 2133915

Z: -

Zona: -

DATOS DE PERSONAL

Tec. Perforista: LULIO - HOLANDES

Supervisor: -

Residente: -

Entrega testigos: -

Observaciones: -

DATOS EQUIPO

Máquina: LONGYEAR-38

Bomba: MOYNO 3L6

NAF (m): -

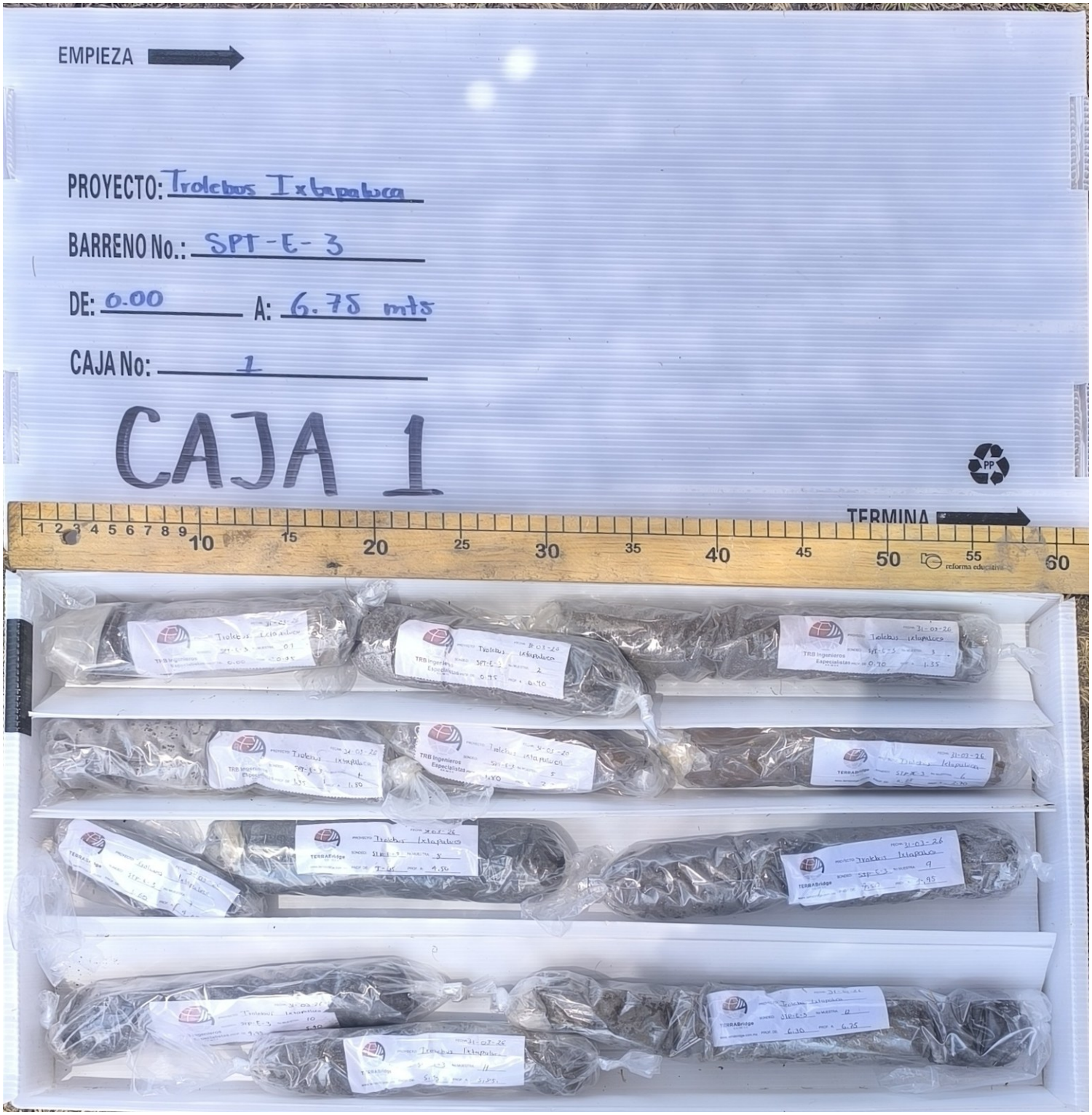
Pérdida de agua (m): -

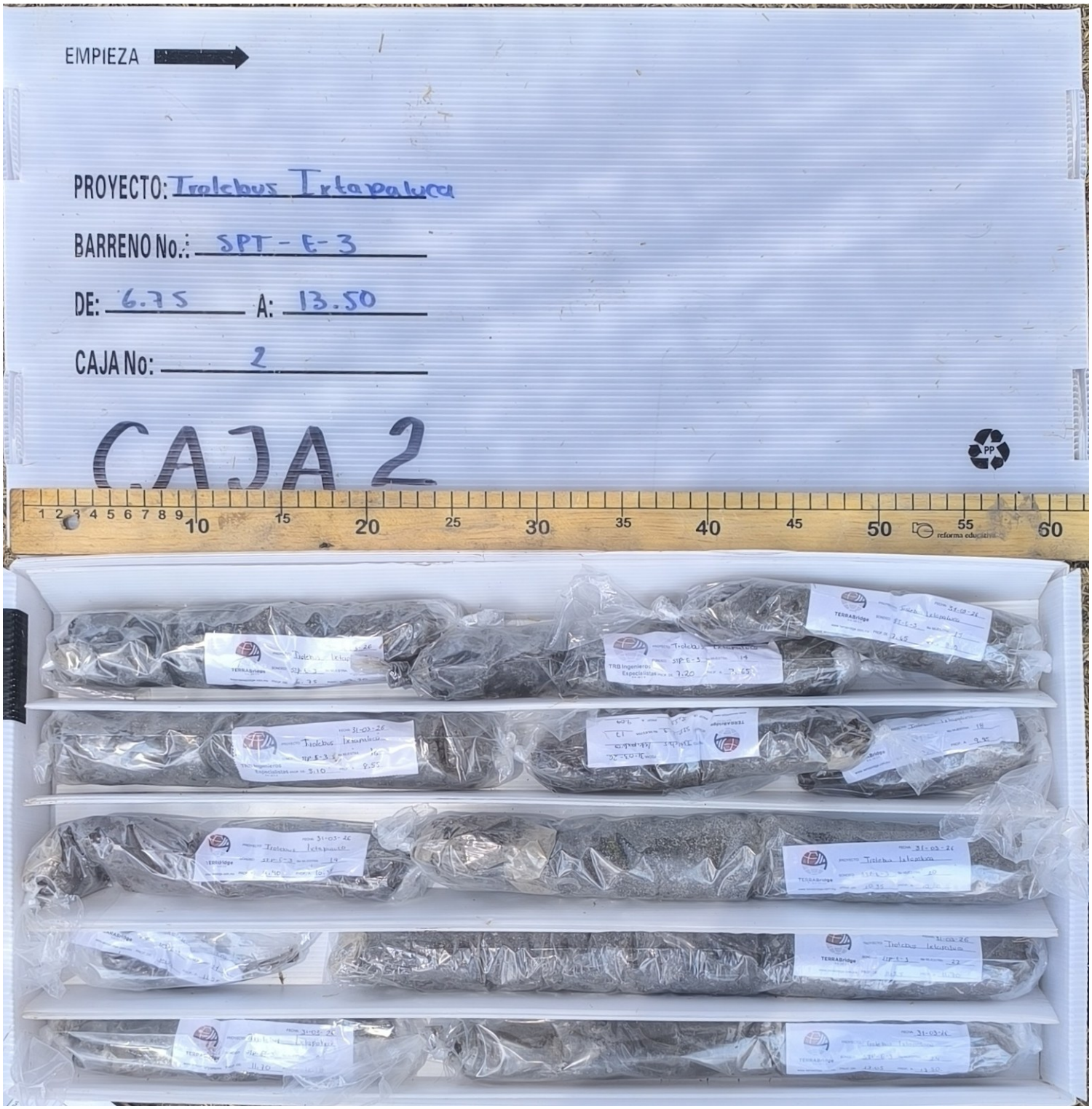
Fecha	Muestra no.	Profundidad (m) de	Profundidad (m) a	Tipo de herramienta: Avance	Tipo de herramienta: Muestreo	Pruebas in-situ	SPT No. de golpes 15	15	15	15	RQD (m)	RQD (%)	Long. Perf. (m)	Recuperación (m)	Recuperación (%)	Descripción del material en campo
	54	28.25	28.40	15	SPT		50/15						15	14		Arena fina café con gravas
	—	28.40	28.70	30	ABT		AVANCE						30	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	55	28.70	28.85	15	SPT		50/15						15	12		Arena con limo café
	—	28.85	29.15	30	ABT		AVANCE						30	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	56	29.15	29.25	10	SPT		50/10						10	10		Arena con limo café con grava
	—	29.25	29.60	35	ABT		AVANCE						35	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	57	29.60	29.75	15	SPT		50/15						15	13		Arena café poca limosa
	—	29.75	30.05	30	ABT		AVANCE						30	—	—	AVANCE BROCA TRICONICA
	SR	30.05	30.15	10	SPT		50/10						10	SR		Sin recuperación

Nomenclatura:

SPT: Penetración estándar
TSH: Tubo shelby
TSHD: Tubo shelby dentado
ABT: Avance con broca triconica
PH: Peso de herramienta
S/R: Sin recuperación
BNQ: Barril NQ
BHQ: Barril HQ
BPQ: Barril PQ
CPT: Cono eléctrico
CPTu: Cono eléctrico + poro
PHI: Phicómetro
PM: Presiometro Menard
P/S: Parte superior
P/I: Parte inferior

Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. de C.V. Todos los derechos reservados ©.


EMPIEZA
PROYECTO: Trolebus Ixtapaluca
BARRENO No.: SPT-E-3
DE: 0.00 A: 6.75 mts
CAJA No: 1
CAJA 1
TERMINA
PP
reforma educativa


EMPIEZA
PROYECTO: Trolebus Iztapalucu
BARRENO No.: SPT - E - 3
DE: 6.75 A: 13.50
CAJA No: 2
CAJA 2

EMPIEZA

PROYECTO: Trolebus Ixtapaluca

BARRENO No.: SPT-E-3

DE: 13.50 A: 17.90 mts

CAJA No: 3

CAJA 3



EMPIEZA

PROYECTO: Trolebus Ixtapaluca

BARRENO No.: SPT-E-3

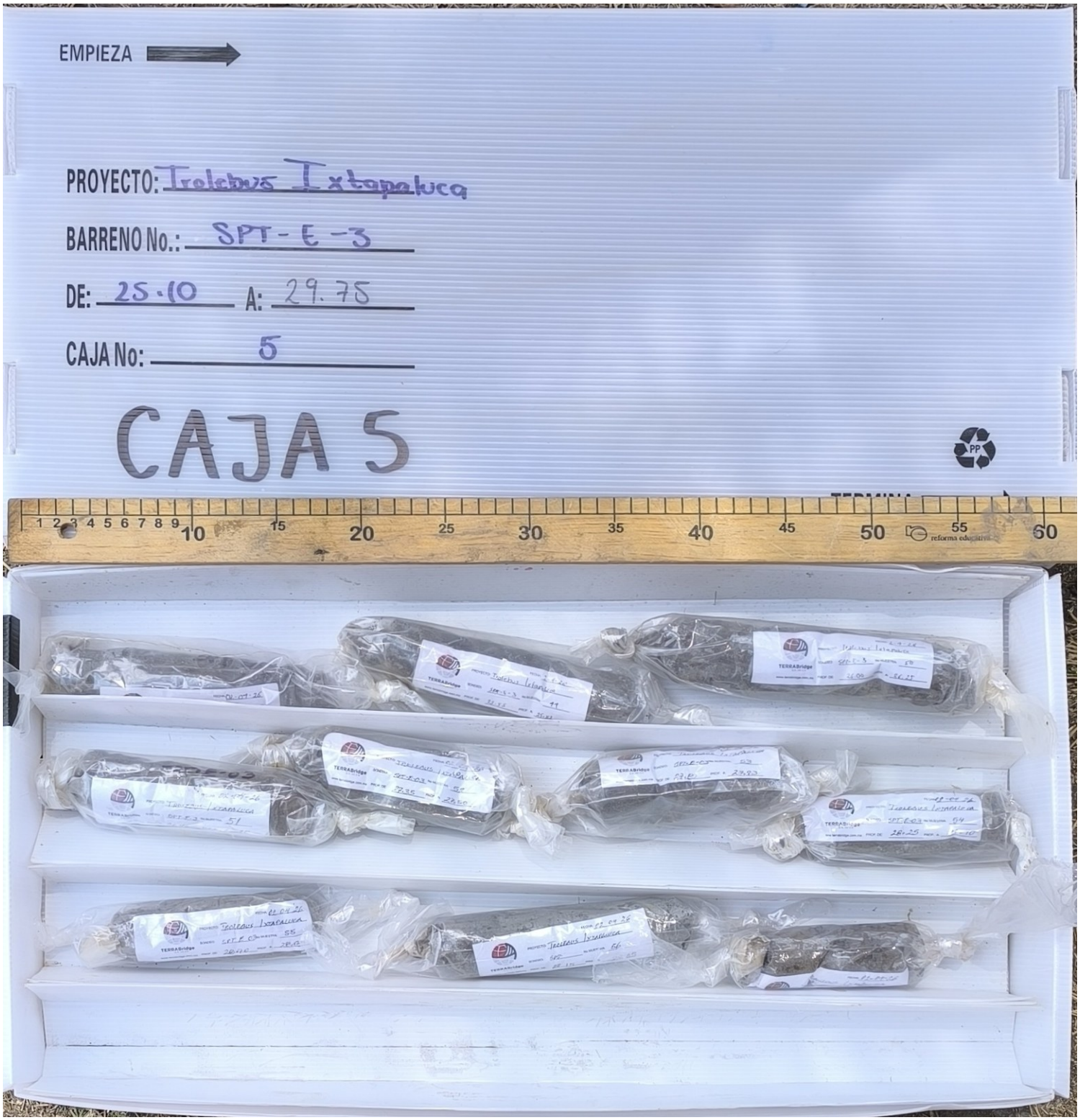
DE: 17.90 A: 25.10 mts

CAJA No: 4

CAJA 1

TERMINA




EMPIEZA
PROYECTO: Trolebus Ixtapaluca
BARRENO No.: SPT-E-3
DE: 25.10 A: 29.75
CAJA No: 5
CAJA 5
TERRABridge
reforma educativa


TERRABridge
Proyecto: Trolebus Ixtapaluca
Ubicación: Av. Santa Bárbara
PCA: 07
x= y=
Profundidad:
Muestra Fecha


TERRABridge
Proyecto: Trolebus Ixtapaluca
Ubicación: Av. Santa Bárbara
PCA: 07
X=
Y=
Profundidad:
Muestra:
Fecha: 24/09/24

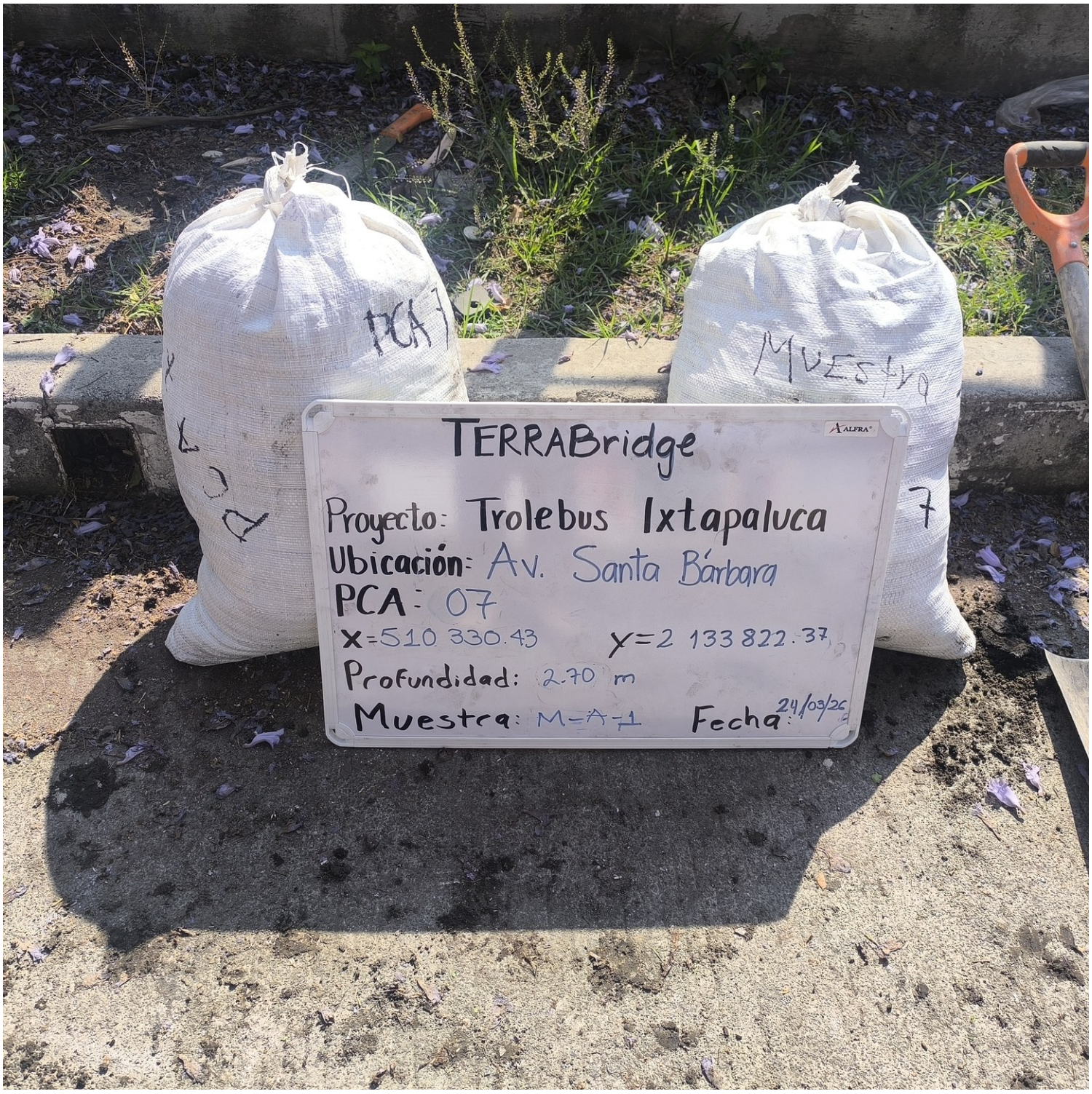

CAT






TERRAB
Proyecto: Trolebus Ixtapaluca
Ubicación: Av. Santa Bárbara
PCA: 07
X=510 330.43
Y=2 133 822.37
Profundidad: 2.70 m
Muestra:
Fecha: 24/03/25


CÁMARAS DE SEGURID
ALARMAS DE SEGURIDAD VECINAL / RE
ENCIALES
CÁMARAS DE
SEGURIDAD
Y ALARMAS
$2,349
CAMARAS DE
VIDEOGRAB
INSTALACION
INMEDIATA
REALIZAMOS
REPARACIONES
MANTENIM
TERRABridge
Proyecto: Trolebus Ixtapaluca
Ubicación: Av. Santa Bárbara
PCA: 07
X=510 330.43
Y=2 133 822.37
Profundidad: 2.70 m
Muestra:
Fecha: 24/09/25


TERRABridge
Proyecto: Trolebus Ixtapaluca
Ubicación: Av. Santa Bárbara
PCA: 07
X=510 330.43 Y=2 133 822.37
Profundidad: 2.70 m
Muestra: M-A-1 Fecha: 24/03/26
ALFRA


TERRAB
Proyecto: Trolebus Ixtapaluca
Ubicación: Av. Santa Bárbara
PCA: 07
X=510 330.43
Y=2 133 822.37
Profundidad: 2.10 m
Muestra:
Fecha: 24/09/25

TERRABridge S.A. DE C.V.		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
ENSAYE PARA DETERMINAR DENSIDAD DE SÓLIDOS - MÉTODO VÍA SECA		
Código	Versión	Páginas
TRB-LMS-CADM-F-04	0	1 de 1

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO Y GEOFÍSICO PARA EL PROYECTO DEL TROLEBUS ELEVADO.

LOCALIZACIÓN : IXTAPALUCA

SONDEO : PCA7 M-I-1

LABORATORISTA : [redacted]

CALCULISTA: [redacted]

Vo. Bo. : [redacted]

FECHA : 01/04/2026

Peso del Matraz — Peso del Matraz + Suelo seco — **o matraz + suelo +agua aforado az aforado con agua**

Muestra No.-Tipo	Profundidad m		Matraz No.	T_{PROM} ° C	W_{MAT+W} gr	$W_{MAT+W} + W_s$ gr	$W_{MAT+W} + W_h$ gr	$W_{MAT\ A\ TEMP}$ gr	W_s gr	V_s cm^3	Ss ---
TRB-LAB-M-360	0.00	2.70	2	29.0	275.15	338.92	721.02	688.46	63.77	31.21	*2.04*
										Promedio	*2.04*
										4.00	
										16.00	
										Promedio	
										Promedio	
										Promedio	
										Promedio	
										Promedio	
										Promedio	

[redacted]

Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. DE C.V. Todos los derechos reservados ©.

INFORME DE RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL INFORME :	**TRB-LAB-IR-001**
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO :	[redacted]
MÉTODO UTILIZADO	**NMX-C-475-ONNCCE-2020 Determinación del contenido de agua mediante horno-método de ensayo.**
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2026
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	2/4/2026
DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	Muestras alteradas obtenidas por sondeo mixto
FECHA DE INICIO DE LOS ANÁLISIS:	20/04/2026
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	24/04/2026

CLIENTE :	ICA
DIRECCIÓN:	Ixtapaluca, Estado de México
CONTACTO :	[redacted]

Código de muestra	MUESTRA	PROFUNDIDAD		Clave de muestra del cliente	Resultado	DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA
	No.-Tipo	(m)			Contenido de agua (%)	
TRB-LAB-M-786	SPT-E-03, Muestra 01	0.00	0.45	SPT-E-03, Muestra 01	85	Arena con grava y materia orgánica, plasticidad baja, color café claro
TRB-LAB-M-787	SPT-E-03, Muestra 02	0.45	0.90	SPT-E-03, Muestra 02	20	Arena con grava, plasticidad baja, color café oscuro
TRB-LAB-M-788	SPT-E-03, Muestra 03	0.90	1.35	SPT-E-03, Muestra 03	19	Arena con grava, plasticidad baja, color café claro amarillento
TRB-LAB-M-789	SPT-E-03, Muestra 04	1.35	1.80	SPT-E-03, Muestra 04	36	Arcilla limosa, plasticidad alta, color amarillento
TRB-LAB-M-790	SPT-E-03, Muestra 05	1.80	2.25	SPT-E-03, Muestra 05	55	Arcilla limosa, plasticidad alta, color amarillento
TRB-LAB-M-791	SPT-E-03, Muestra 06	2.25	2.70	SPT-E-03, Muestra 06	46	Arcilla limosa, plasticidad alta, color amarillento
TRB-LAB-M-792	SPT-E-03, Muestra 07	3.60	4.05	SPT-E-03, Muestra 07	68	Arcilla limosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-793	SPT-E-03, Muestra 08	4.05	4.50	SPT-E-03, Muestra 08	87	Arcilla limosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-794	SPT-E-03, Muestra 09	4.50	4.95	SPT-E-03, Muestra 09	76	Arcilla limosa, plasticidad alta, color negro
TRB-LAB-M-795	SPT-E-03, Muestra 10	4.95	5.40	SPT-E-03, Muestra 10	219	Arcilla limosa, plasticidad alta, color negro
TRB-LAB-M-796	SPT-E-03, Muestra 11	5.40	5.85	SPT-E-03, Muestra 11	211	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café oscuro
TRB-LAB-M-797	SPT-E-03, Muestra 12	6.30	6.75	SPT-E-03, Muestra 12	27	Arena arcillosa, plasticidad media, color negro
TRB-LAB-M-798	SPT-E-03, Muestra 13	6.75	7.20	SPT-E-03, Muestra 13	328	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-799	SPT-E-03, Muestra 14	7.20	7.65	SPT-E-03, Muestra 14	72	Arena arcillosa, plasticidad alta, color negro
TRB-LAB-M-800	SPT-E-03, Muestra 15	7.65	8.10	SPT-E-03, Muestra 15	247	Arcilla limosa, plasticidad alta, color beige
TRB-LAB-M-801	SPT-E-03, Muestra 16	8.10	8.55	SPT-E-03, Muestra 16	255	Arcilla limosa, plasticidad alta, color beige
TRB-LAB-M-802	SPT-E-03, Muestra 17	8.55	9.00	SPT-E-03, Muestra 17	302	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-803	SPT-E-03, Muestra 18	9.00	9.45	SPT-E-03, Muestra 18	106	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-804	SPT-E-03, Muestra 19	9.90	10.35	SPT-E-03, Muestra 19	221	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café claro con fragmentos gris ocsuro
TRB-LAB-M-805	SPT-E-03, Muestra 20	10.35	10.80	SPT-E-03, Muestra 20	184	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café claro con fragmentos gris ocsuro
TRB-LAB-M-806	SPT-E-03, Muestra 21	10.80	11.25	SPT-E-03, Muestra 21	60	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café oscuro
TRB-LAB-M-807	SPT-E-03, Muestra 22	11.25	11.70	SPT-E-03, Muestra 22	100	Arcilla limosa con presencia de materia orgánica, plasticidad alta, color café claro con fragmentos gris oscuro
TRB-LAB-M-808	SPT-E-03, Muestra 23	11.70	12.15	SPT-E-03, Muestra 23	55	Arcilla limosa, plasticidad alta, color gris claro
TRB-LAB-M-809	SPT-E-03, Muestra 24	13.05	13.50	SPT-E-03, Muestra 24	72	Arcilla limosa, plasticidad alta, color gris claro
TRB-LAB-M-810	SPT-E-03, Muestra 25	13.50	13.95	SPT-E-03, Muestra 25	64	Arcilla limosa, plasticidad alta, color gris claro
TRB-LAB-M-811	SPT-E-03, Muestra 26	13.95	14.40	SPT-E-03, Muestra 26	78	Arcilla limosa, plasticidad alta, color gris claro
TRB-LAB-M-812	SPT-E-03, Muestra 27	14.40	14.85	SPT-E-03, Muestra 27	107	Arcilla limosa, plasticidad alta, color gris claro
TRB-LAB-M-813	SPT-E-03, Muestra 28	14.85	15.30	SPT-E-03, Muestra 28	119	Arcilla limosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-814	SPT-E-03, Muestra 29	15.30	15.75	SPT-E-03, Muestra 29	133	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-815	SPT-E-03, Muestra 30	15.75	16.20	SPT-E-03, Muestra 30	140	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café claro

[redacted]

Para este ensaye,el laboratorio de TRB, Ingenieros Especialistas no realiza muestreo.

Las muestras son proporcionadas por el cliente, así como la identificación y características de la misma.

Los resultados presentados son solamente de las muestras ensayadas

[redacted]

Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. DE C.V. Todos los derechos reservados ©.

INFORME DE RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL INFORME :	**TRB-LAB-IR-001**	**CLIENTE :**	ICA
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO :	[redacted]	**DIRECCIÓN:**	Ixtapaluca, Estado de México
MÉTODO UTILIZADO	**NMX-C-475-ONNCCE-2020 Determinación del contenido de agua mediante horno-método de ensayo.**	**CONTACTO :**	[redacted]
FECHA DE MUESTREO:	31/03/2026		
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	2/4/2026		
DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	Muestras alteradas obtenidas por sondeo mixto		
FECHA DE INICIO DE LOS ANÁLISIS:	20/04/2026		
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	24/04/2026		

Código de muestra	MUESTRA	PROFUNDIDAD		Clave de muestra del cliente	Resultado	DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA
	No.-Tipo	(m)			Contenido de agua (%)	
TRB-LAB-M-816	SPT-E-03, Muestra 31	16.20	16.65	SPT-E-03, Muestra 31	162	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-817	SPT-E-03, Muestra 32	16.65	17.00	SPT-E-03, Muestra 32	177	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-818	SPT-E-03, Muestra 33	17.00	17.45	SPT-E-03, Muestra 33	192	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-819	SPT-E-03, Muestra 34	17.45	17.90	SPT-E-03, Muestra 34	128	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-820	SPT-E-03, Muestra 35	17.90	18.35	SPT-E-03, Muestra 35	58	Arena arcillosa, plasticidad media, color gris claro
TRB-LAB-M-821	SPT-E-03, Muestra 36	18.35	18.80	SPT-E-03, Muestra 36	87	Arena arcillosa, plasticidad media, color gris claro
TRB-LAB-M-822	SPT-E-03, Muestra 37	19.25	19.70	SPT-E-03, Muestra 37	103	Arena arcillosa, plasticidad media, color gris claro
TRB-LAB-M-823	SPT-E-03, Muestra 38	19.70	20.60	SPT-E-03, Muestra 38	***	Resultado pendiente de obtener
TRB-LAB-M-824	SPT-E-03, Muestra 39	20.60	21.05	SPT-E-03, Muestra 39	128	Arcilla limosa, plasticidad alta, color café
TRB-LAB-M-825	SPT-E-03, Muestra 40	21.05	21.50	SPT-E-03, Muestra 40	25	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-826	SPT-E-03, Muestra 41	21.50	21.95	SPT-E-03, Muestra 41	25	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-827	SPT-E-03, Muestra 42	21.95	22.25	SPT-E-03, Muestra 42	34	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-828	SPT-E-03, Muestra 43	22.40	22.65	SPT-E-03, Muestra 43	19	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-829	SPT-E-03, Muestra 44	22.85	23.10	SPT-E-03, Muestra 44	19	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-830	SPT-E-03, Muestra 45	23.30	23.58	SPT-E-03, Muestra 45	19	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-831	SPT-E-03, Muestra 46	23.75	24.05	SPT-E-03, Muestra 46	16	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-832	SPT-E-03, Muestra 47	24.65	25.10	SPT-E-03, Muestra 47	17	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-833	SPT-E-03, Muestra 48	25.10	25.35	SPT-E-03, Muestra 48	16	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-834	SPT-E-03, Muestra 49	25.55	25.82	SPT-E-03, Muestra 49	20	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-835	SPT-E-03, Muestra 50	26.00	26.25	SPT-E-03, Muestra 50	18	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-836	SPT-E-03, Muestra 51	26.45	26.70	SPT-E-03, Muestra 51	19	Arena arcillosa, plasticidad alta, color gris oscuro
TRB-LAB-M-837	SPT-E-03, Muestra 52	27.35	27.50	SPT-E-03, Muestra 52	17	Arena arcillosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-838	SPT-E-03, Muestra 53	27.80	27.93	SPT-E-03, Muestra 53	18	Arena arcillosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-839	SPT-E-03, Muestra 54	28.25	28.40	SPT-E-03, Muestra 54	18	Arena arcillosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-840	SPT-E-03, Muestra 55	28.70	28.85	SPT-E-03, Muestra 55	16	Arena arcillosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-841	SPT-E-03, Muestra 56	29.15	29.25	SPT-E-03, Muestra 56	17	Arena arcillosa, plasticidad alta, color café claro
TRB-LAB-M-842	SPT-E-03, Muestra 57	29.60	29.75	SPT-E-03, Muestra 57	20	Arena arcillosa, plasticidad alta, color café claro

[redacted]

Para este ensaye,el laboratorio de TRB, Ingenieros Especialistas no realiza muestreo.
Las muestras son proporcionadas por el cliente, así como la identificación y características de la misma.
Los resultados presentados son solamente de las muestras ensayadas

[redacted]

Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. DE C.V. Todos los derechos reservados ©.

	GRUPO TERRABridge			
TRB Ingenieros Especialistas S.A. de C.V.	LABORATORIO DE TRB INGENIEROS ESPECIALISTAS			
	Informe de resultados			
	Código	Fecha	Rev.	Página 1 de 1
	TRB-LAB-PT-05-F1	01/04/2025	0	

INFORME DE RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL INFORME :	**TRB-LAB-IR-003**	**CLIENTE :**	**ICA**
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO :	[redacted]	**DIRECCIÓN:**	**Ixtapaluca, Estado de México**
MÉTODO UTILIZADO	**NMX-C-493-ONCCE-2018 Límites de consistencia de suelos-método de ensayo A**	**CONTACTO :**	[redacted]
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	21/03/2026	**TELÉFONO/CORREO**	[redacted]
FECHA DE MUESTREO:	NA		
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	20/04/2026		
DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:	Muestras obtenidas mediante PCA		
FECHA DE INICIO DE LOS ANÁLISIS:	16/04/2026		

Código de muestra	MUESTRA	PROFUNDIDAD		Clave de muestra del cliente	Resultado					Observaciones
	No.-Tipo	(m)			Límite líquido (LL)	Límite plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)	Contracción Lineal (CL)	Clasificación en carta de plasticidad	
TRB-LAB-M-358	PCA 7. M-A-2	2.20	2.70	PCA 7. M-A-2	60	37.5	22.5	-	MH	NINGUNA
TRB-LAB-M-359	PCA 7. M-A-1	1.70	1.70	PCA 7. M-A-1	44	33	11	-	ML	NINGUNA
TRB-LAB-M-360	PCA . M-I-1	2.70	2.70	PCA . M-I-1	172	87.1	84.9	-	MH	NINGUNA

[redacted]

Para este ensaye, TRB, Ingenieros Especialistas no realiza muestreo.

Las muestras son proporcionadas por el cliente, así como la identificación y características de la misma.

Los resultados presentados son solamente de las muestras ensayadas

FIN DEL INFORME

[redacted]

Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. DE C.V. Todos los derechos reservados ©.

TERRABridge S.A. DE C.V.		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
PESO VOLUMÉTRICO NATURAL		
Código	Versión	Páginas
TER-LMS-PVN-F-06	0	1 de 1

PROYECTO : "ExESTUDIO GEOTÉCNICO Y GEOFÍSICO PARA EL PROYECTO DEL TROLEBUS ELEVADO.

LOCALIZACIÓN : [redacted]

SONDEO : PCA 7

LABORATORISTA : Ing. Ricardo Alonso Flores Flores

CALCULISTA : [redacted]

Vo. Bo. : [redacted]

FECHA : 17/04/2026

Muestra No.-Tipo	Profundidad m		W_{ma} gr	W_{ma+par} gr	W_{ms} gr	W_{par} gr	V_{par} cm^3	V_{m+par} cm^3	V_m cm^3	γ_h g/cm^3
TRB-LAB-M-359	1.10	1.70	25.70	34.20	3.11	8.50	8.50	31.09	22.59	1.138
TRB-LAB-M-358	2.20	2.70	20.22	24.40	0.38	4.18	4.18	24.02	19.84	1.019
TRB-LAB-M-360	2.30	2.40	22.94	27.65	3.74	4.71	4.71	23.91	19.20	1.195

[redacted]

Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. DE C.V. Todos los derechos reservados ©.

TERRABridge S.A. DE C.V.		
TERRABridge S.A. DE C.V.		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL NO CONSOLIDADA-NO DRENADA		
Código	Versión	Páginas
TER-LMS-ECTNCND-F-08A	0	1 de 1

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO Y GEOFÍSICO PARA EL PROYECTO DEL TROLEBUS ELEVA
LOCALIZACIÓN : IXTAPALUCA-SANTA MARTA, ESTADO DE MÉXICO.
SONDEO : PCA-7 M-I-1

LABORATORISTA : Ing.Ricardo Alonso Flores Flores
CALCULISTA : Ing.Ricardo Alonso Flores Flores
Vo. Bo. : Ing. Gerson Vázquez Salas
FECHA :

MUESTRA : TRB-LAB-M-
DESCRIPCIÓN : (MH) Limo arcilloso café y gris oscuro.
PROFUNDIDAD : 0.00-2.70 **m**

INFORMACIÓN DE DATOS DE PROGRAMACIÓN :

Espécimen Inalterado :	X	Presión de Confinamiento:	0.250 kg/cm^2	No Consolidada - No Drenada Tx-UU:	X
Espécimen Formado :		Carga Controlada :		Consolidada - No Drenada Tx-CU:	
Densidad Sólidos [Ss] :	2.043	Deformación Controlada :	X	Consolidada - Drenada Tx-CD:	
		Capacidad del anillo	2.00 kN		

CONDICIONES INICIALES :

Diámetros		Alturas		Peso de la Probeta	
D1 -cm- :	3.600	H1 -cm- :	8.850	Cap No. :	N/A
D2 -cm- :	3.600	H2 -cm- :	8.850	Wcap -gr- [1] :	0.00
D3 -cm- :	3.600	H3 -cm- :	8.850	$W_{cap}+W_{iprobhum}$ -gr- [2] :	125.37
[(D1+2*D2+D3)/4] -cm- [D] :	3.600	[(H1+2*H2+H3)/4] -cm- [H] :	8.850	$W_{iprobhum}$ -gr- [3=2-1] :	125.37
[p*D^2/4] -cm^2- [A] :	10.18	[A*H] -cm^3- [V] :	90.08	g_{mi} -gr/cm^3- [3/V] :	1.392

CONDICIONES FINALES Y PROPIEDADES CALCULADOS :

Testigo		Peso de la Probeta			
Cap No. :	160	Cap No. :	v66	$W_{probsec}$ -gr- [10=3/(1+Wi)] :	61.57
Wcap -gr- [4] :	36.07	Wcap -gr- [7] :	119.86	g_{si} -gr/cm^3- [11=10/V)] :	0.683
$W_{cap}+W_{teshum}$ -gr- [5] :	123.08	$W_{cap}+W_{fprobhum}$ -gr- [8] :	245.00	ei [12=(V*Ss/10)-1] :	1.989
$W_{cap}+W_{tessec}$ -gr- [6] :	78.80	$W_{cap}+W_{probsec}$ -gr- [9] :	188.58	Gwi [13=Wi*Ss/12] :	100.00
Wi -%- [(5-6)/(6-4)] :	103.63	Wf -%- [(8-9)/(9-7)] :	82.10	Difer. Vol. -cm^3- [V1] :	
		g_{mf} -gr/cm^3- [(8-7)/V] :	1.389	g_{sf} -gr/cm^3- [14=10/(V-V1))] :	
				ef [15=(V-V1)*Ss/10] :	
				Gwf [13=(8-7)*Ss/15] :	

Lectura	Deformación anillo	Lectura Micrómetro	Carga	Deformación	Deformación Unitaria	Área Corregida	Esfuerzo Desviador
No.	µm	mm	kg	mm	%	cm^2	kg/cm^2
1	0	0.000	0.000	0.000	0.000	10.18	0.000
2	1.14	1.000	1.140	1.000	1.130	10.30	0.111
3	1.88	2.000	1.880	2.000	2.260	10.41	0.181
4	2.40	3.000	2.400	3.000	3.390	10.54	0.228
5	2.78	4.000	2.780	4.000	4.520	10.66	0.261
6	3.08	5.000	3.080	5.000	5.650	10.79	0.285
7	3.24	6.000	3.240	6.000	6.780	10.92	0.297
8	3.04	7.000	3.040	7.000	7.910	11.05	0.275
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							

Probeta Inicio

Observaciones :

Probeta Final

Observaciones :

Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. DE C.V. Todos los derechos reservados ©.

TERRABridge S.A. DE C.V.		
TERRABridge S.A. DE C.V.		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL NO CONSOLIDADA-NO DRENADA		
Código	Versión	Páginas
TER-LMS-ECTNCND-F-08B	0	1 de 1

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO Y GEOFÍSICO PARA EL PROYECTO DEL TROLE
LOCALIZACIÓN : [redacted]
SONDEO : PCA-7 M-I-1

LABORATORISTA : Ir[redacted]
CALCULISTA : Ir[redacted]
Vo. Bo. : [redacted]
FECHA : 00/01/1900
PROFUNDIDAD : 0.00-2.70 **m**

MUESTRA : TRB-LAB-M-
DESCRIPCIÓN : (MH) Limo arcilloso café y gris oscuro.

INFORMACIÓN DE DATOS DE PROGRAMACIÓN :

Espécimen Inalterado :	X	Presión de Confinamiento:	0.50 kg/cm^2	No Consolidada - No Drenada Tx-UU:	X
Espécimen Formado :		Carga Controlada :		Consolidada - No Drenada Tx-CU:	
Densidad Sólidos [Ss] :	2.043	Deformación Controlada :	X	Consolidada - Drenada Tx-CD:	
		Capacidad del anillo	2.00 kN		

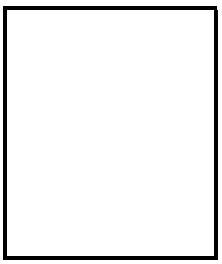
CONDICIONES INICIALES :

Diámetros		Alturas		Peso de la Probeta	
D1 -cm- :	3.600	H1 -cm- :	9.100	Cap No. :	N/A
D2 -cm- :	3.600	H2 -cm- :	9.100	Wcap -gr- [1] :	0.00
D3 -cm- :	3.600	H3 -cm- :	9.100	$W_{cap}+W_{iprobhum}$ -gr- [2] :	149.32
[(D1+2*D2+D3)/4] -cm- [D] :	3.600	[(H1+2*H2+H3)/4] -cm- [H] :	9.100	$W_{iprobhum}$ -gr- [3=2-1] :	149.32
[p*D^2/4] -cm^2- [A] :	10.18	[A*H] -cm^3- [V] :	92.63	g_{mi} -gr/cm^3- [3/V] :	1.612

CONDICIONES FINALES Y PROPIEDADES CALCULADOS :

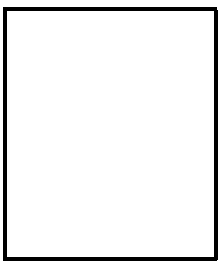
Testigo		Peso de la Probeta			
Cap No. :	160	Cap No. :	v165	$W_{probsec}$ -gr- [10=3/(1+Wi)] :	73.33
Wcap -gr- [4] :	36	Wcap -gr- [7] :	116.58	g_{si} -gr/cm^3- [11=10/V)] :	0.792
$W_{cap}+W_{teshum}$ -gr- [5] :	123	$W_{cap}+W_{fprobhum}$ -gr- [8] :	265.29	ei [12=(V*Ss/10)-1] :	1.581
$W_{cap}+W_{tessec}$ -gr- [6] :	79	$W_{cap}+W_{probsec}$ -gr- [9] :	230.18	Gwi [13=Wi*Ss/12] :	100.00
Wi -%- [(5-6)/(6-4)] :	103.63	Wf -%- [(8-9)/(9-7)] :	30.91	Difer. Vol. -cm^3- [V1] :	
		g_{mf} -gr/cm^3- [(8-7)/V] :	1.605	g_{sf} -gr/cm^3- [14=10/(V-V1))] :	
				ef [15=(V-V1)*Ss/10] :	
				Gwf [13=(8-7)*Ss/15] :	

Lectura	Deformación anillo	Lectura Micrómetro	Carga	Deformación	Deformación Unitaria	Área Corregida	Esfuerzo Desviador
No.	µm	mm	kg	mm	%	cm^2	kg/cm^2
1	0	0.000	0.000	0.000	0.000	10.18	0.000
2	1.60	1.000	1.600	1.000	1.099	10.29	0.155
3	2.41	2.000	2.410	2.000	2.198	10.41	0.232
4	3.05	3.000	3.050	3.000	3.297	10.53	0.290
5	3.60	4.000	3.600	4.000	4.396	10.65	0.338
6	4.10	5.000	4.100	5.000	5.495	10.77	0.381
7	4.41	6.000	4.410	6.000	6.593	10.90	0.405
8	4.11	7.000	4.110	7.000	7.692	11.03	0.373
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							



Probeta Inicio

Observaciones :



Probeta Final

Observaciones :

Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. DE C.V. Todos los derechos reservados ©.

TERRABridge S.A. DE C.V.		
TERRABridge S.A. DE C.V.		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL NO CONSOLIDADA-NO DRENADA		
Código	Versión	Páginas
TER-LMS-ECTNCND-F-08C	0	1 de 1

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO Y GEOFÍSICO PARA EL PROYECTO DEL TRO
LOCALIZACIÓN : [redacted]
SONDEO : PCA-7 M-I-1

LABORATORISTA : [redacted]
CALCULISTA : Ing. [redacted]
Vo. Bo. : Ing. [redacted]
FECHA : 00/01/1900
PROFUNDIDAD : 0.00-2.70 **m**

MUESTRA : TRB-LAB-M-
DESCRIPCIÓN : (MH) Limo arcilloso café y gris oscuro.

INFORMACIÓN DE DATOS DE PROGRAMACIÓN :

Espécimen Inalterado :	X	Presión de Confinamiento:	1.00 kg/cm^2	No Consolidada - No Drenada Tx-UU:	X
Espécimen Formado :		Carga Controlada :		Consolidada - No Drenada Tx-CU:	
Densidad Sólidos [Ss] :	2.043	Deformación Controlada :	X	Consolidada - Drenada Tx-CD:	
		Capacidad del anillo	2.00 kN		

CONDICIONES INICIALES :

Diámetros		Alturas		Peso de la Probeta	
D1 -cm- :	3.500	H1 -cm- :	8.900	Cap No. :	N/A
D2 -cm- :	3.500	H2 -cm- :	8.900	Wcap -gr- [1] :	0.00
D3 -cm- :	3.500	H3 -cm- :	8.900	$W_{cap}+W_{iprobhum}$ -gr- [2] :	116.45
[(D1+2*D2+D3)/4] -cm- [D] :	3.500	[(H1+2*H2+H3)/4] -cm- [H] :	8.900	$W_{iprobhum}$ -gr- [3=2-1] :	116.45
[p*D^2/4] -cm^2- [A] :	9.62	[A*H] -cm^3- [V] :	85.63	g_{mi} -gr/cm^3- [3/V] :	1.360

CONDICIONES FINALES Y PROPIEDADES CALCULADOS :

Testigo		Peso de la Probeta			
Cap No. :	160	Cap No. :	v196	$W_{probsec}$ -gr- [10=3/(1+Wi)] :	57.19
Wcap -gr- [4] :	36.07	Wcap -gr- [7] :	115.65	g_{si} -gr/cm^3- [11=10/V)] :	0.668
$W_{cap}+W_{teshum}$ -gr- [5] :	123	$W_{cap}+W_{fprobhum}$ -gr- [8] :	231.62	ei [12=(V*Ss/10)-1] :	2.059
$W_{cap}+W_{tessec}$ -gr- [6] :	78.80	$W_{cap}+W_{probsec}$ -gr- [9] :	169.36	Gwi [13=Wi*Ss/12] :	100.00
Wi -%- [(5-6)/(6-4)] :	103.63	Wf -%- [(8-9)/(9-7)] :	115.92	Difer. Vol. -cm^3- [V1] :	
		g_{mf} -gr/cm^3- [(8-7)/V] :	1.354	g_{sf} -gr/cm^3- [14=10/(V-V1))] :	
				ef [15=(V-V1)*Ss/10] :	
				Gwf [13=(8-7)*Ss/15] :	

Lectura	Deformación anillo	Lectura Micrómetro	Carga	Deformación	Deformación Unitaria	Área Corregida	Esfuerzo Desviador
No.	µm	mm	kg	mm	%	cm^2	kg/cm^2
1	0	0.000	0.000	0.000	0.000	9.62	0.000
2	2.03	1.000	2.030	1.000	1.124	9.73	0.209
3	3.12	2.000	3.120	2.000	2.247	9.84	0.317
4	3.79	3.000	3.790	3.000	3.371	9.96	0.381
5	4.30	4.000	4.300	4.000	4.494	10.07	0.427
6	4.78	5.000	4.780	5.000	5.618	10.19	0.469
7	5.04	6.000	5.040	6.000	6.742	10.32	0.489
8	4.87	7.000	4.870	7.000	7.865	10.44	0.466
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							

Probeta Inicio

Observaciones :

Probeta Final

Observaciones :

Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. DE C.V. Todos los derechos reservados ©.

TERRABridge S.A. DE C.V.		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
ENSAYE DE COMPRESIÓN TRIAXIAL NO CONSOLIDADA - NO DRENADA		
Código	Versión	Páginas
TERLMS-FGTNCND-F-08	0	1 de 1

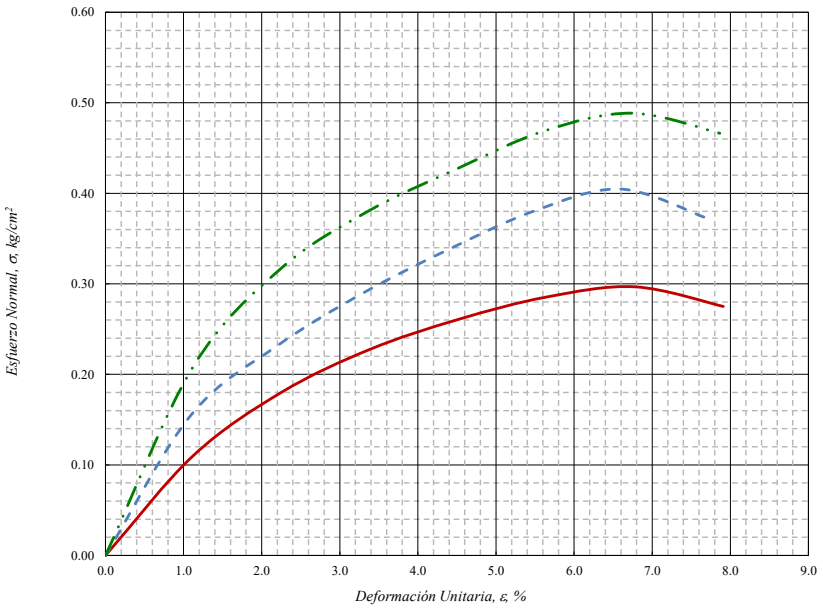
PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO Y GEOFÍSICO PARA EL PROYECTO DEL TROLEBUS ELEVADO.

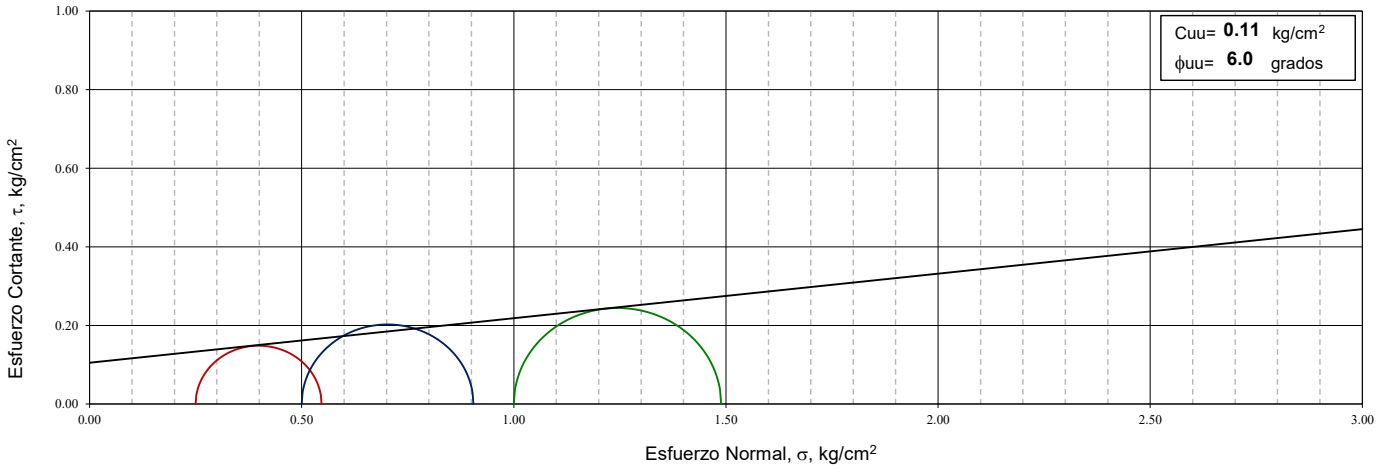
SONDEO : PCA-7 M-I-1 **MUESTRA :** TRB-LAB-M- **PROF. :** 0.00-2.70 m

DESCRIPCIÓN : (MH) Limo arcilloso café y gris oscuro.

Probeta No.	Contenido de Agua W %	Relación de Vacíos e_i ---	Grado de Saturacion G_i %	Peso Volumétrico, ton/m³		Esfuerzo, kg/cm²	
				$\gamma_{natural}$	γ_{seco}	Confinante σ_3	Desviador $\sigma_1 - \sigma_3$
1	104	1.989	100	1.392	0.683	0.250	0.297
2	104	1.581	100	1.612	0.792	0.500	0.405
3	104	2.059	100	1.360	0.668	1.000	0.489

Simbolo	s_3 kg/cm²	E kg/cm²	Observaciones
	0.250	2	
	0.500	3	
	1.000	3	





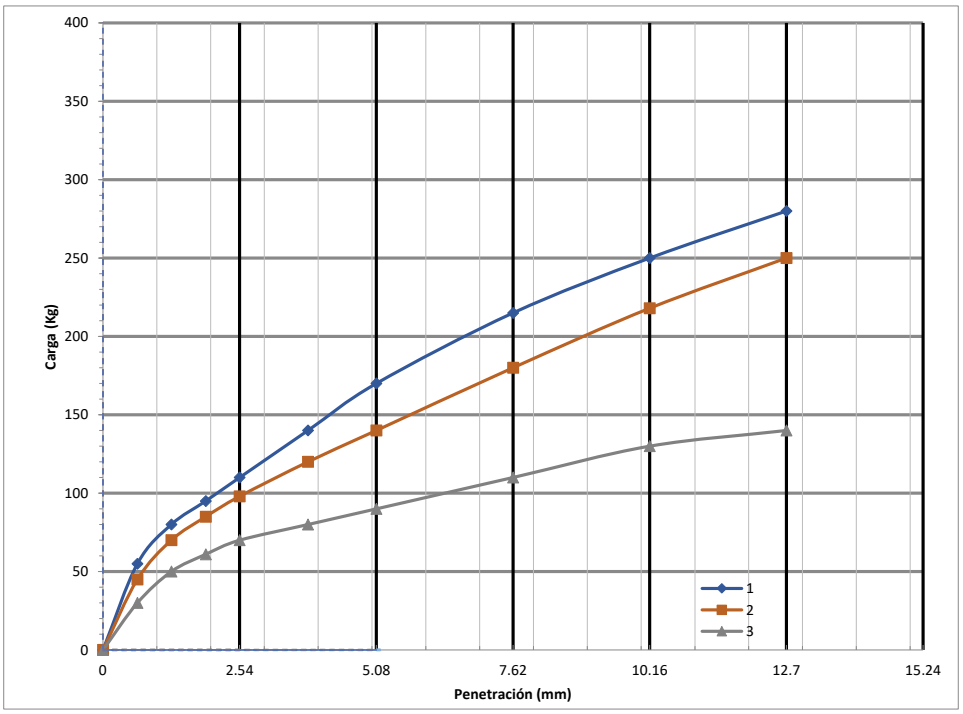
Este documento es propiedad exclusiva de TERRABridge S.A. DE C.V. Todos los derechos reservados ©.

TRB Ingenieros Especialistas S.A. de C.V.	GRUPO aTERRABridge, S.A. de C.V.		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	VALOR SOPORTE DE CALIFORNIA Y EXPANSIÓN EN LABORATORIO		
	Código	Versión	Páginas
	TRB-LMS-VSCEL-F-09	0	1 de 1

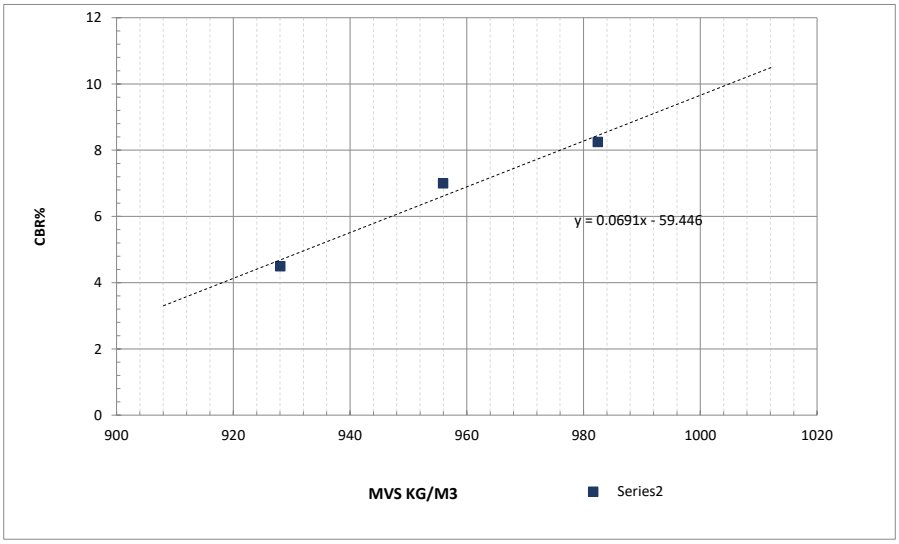
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTÉCNICO Y GEOFÍSICO PARA EL PROYECTO DEL TROLEBÚS ELEVADO.	**LABORATORISTA:**	[redacted]
		CALCULISTA:	Ing.R[redacted]
		Vo.Bo.:	[redacted]
LOCALIZACIÓN:	**IXTAPALUCA-SANTA MARTA, ESTADO DE MÉXICO.**	**FECHA:**	
SONDEO:	**PCA-7 M-A-1** **MUESTRA:** **TRB-LAB-M-358** **PROFUNDIDAD (M):** 0.00-2.70		

RESUMEN DE RESULTADOS

Masa volumétrica seca máxima (kg/m3)=	998		
Contenido de agua óptimo (%)	50.6		
Grado de compactación (%)	90	95	100
Masa volumétrica seca compacta (kg/m3)	898.20	948.10	998.00
CBR (%)	**3**	**6**	**10**



Molde	G	H	I
Diam int. Dm (mm)	153.2	153.3	153.4
Altura Hm (mm)	178.2	178.3	174.8
Masa Wm (mm)	7740	7595	7785
Disco Espaciador	1	1	1
Altura Hd (mm)	63.2	63.2	63.2
Masa mold+esp comp "Wm+ei" (gr)	10860	10667	10780
Masa mold+esp sat "Wm+ef" (gr)	11000	10800	10806
Capsula	**V87**	**V30**	**V91**
Masa cap (gr)	**121.9**	**121.56**	**115.82**
Masa cap+suelo hum (gr)	314.08	314.59	311.84
Masa cap+suelo seco (gr)	244.67	243.87	240.02
Contenido de agua saturado "wsa"t (%)	**56.54**	**57.82**	**57.83**
Masa vol seca "yd" (kg/m3))	**982**	**956**	**928**
Contenido de agua compactacion "Wc" (%)	**49.81**	**51.27**	**56.47**
Lect ini exp ho (mm)	9.3	9.47	10.45
Lect ini final hf (mm)	9.26	9.43	10.42
Diferencia D (mm)	0.04	0.04	0.03
Deformacion (%)	0.035	0.035	0.027
Expansion prom.(%)	**0.03**		
Penetración (mm)	**Cargas de penetracion(Kg)**		
0.64	55	45	30
1.27	80	70	50
1.91	95	85	61
2.54	110	98	70
3.81	140	120	80
5.08	170	140	90
7.62	215	180	110
10.16	250	218	130
12.7	280	250	140
C 2.54	110	98	70
CBR 2.54 (%)	8	7	5
C 5.08	170	140	90
CBR 5.08 (%)	8	7	4
CBR%		**7**	



[redacted]

TRB Ingenieros Especialistas S.A. de C.V.	GRUPO TERRABridge, S.A. de C.V.		
	LABORATORIO DE TRB INGENIEROS ESPECIALISTAS		
	VALOR SOPORTE DE CALIFORNIA Y EXPANSIÓN EN LABORATORIO		
	Código	Versión	Páginas
	TRB-LMS-VSCEL-F-09	0	1 de 1

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO Y GEOFÍSICO PARA EL PROYECTO DEL TROLEBÚS ELEVADO.

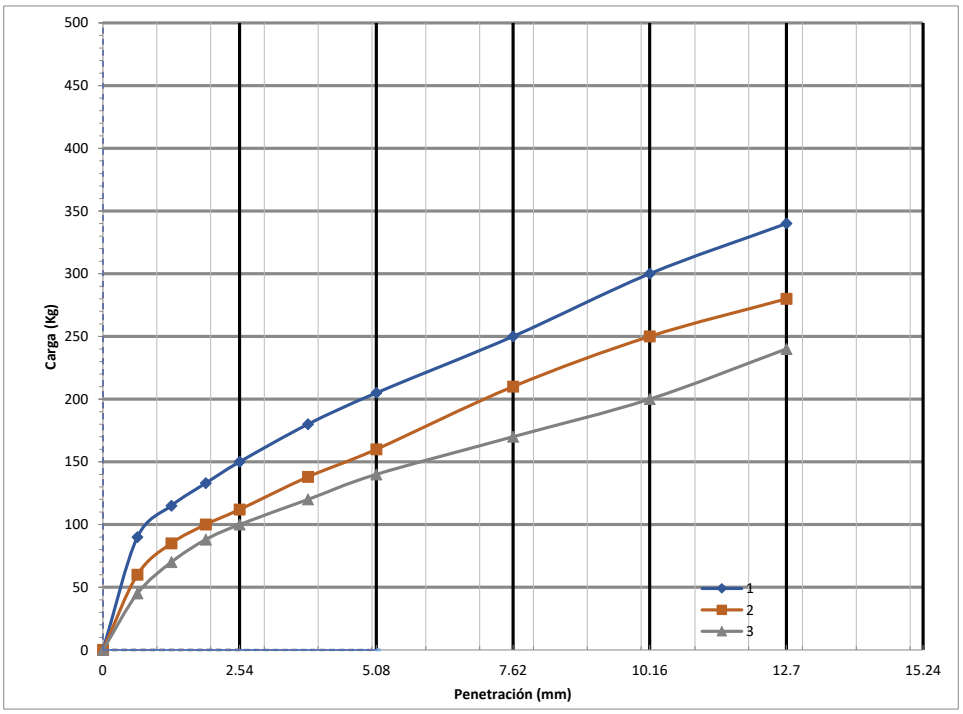
LOCALIZACIÓN: [redacted]

SONDEO: PCA-7 M-A-2 **MUESTRA:** TRB-LAB-M-359 **PROFUNDIDAD (M):** 1.10-1.70

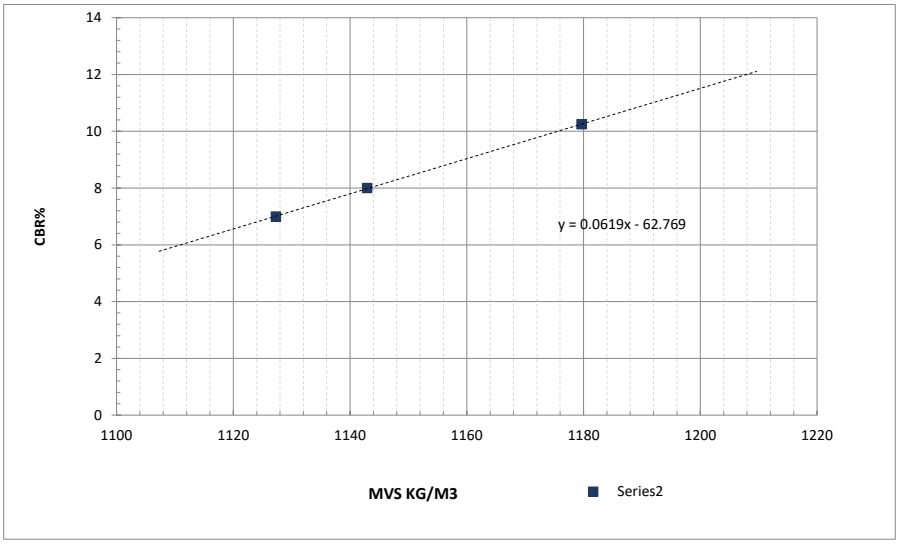
LABORATORISTA: [redacted]
CALCULISTA: [redacted]
Vo.Bo.: [redacted]
FECHA:

RESUMEN DE RESULTADOS

Masa volumétrica seca máxima (kg/m3)=	1192		
Contenido de agua óptimo (%)	36.2		
Grado de compactación (%)	90	95	100
Masa volumétrica seca compacta (kg/m3)	1072.80	1132.40	1192.00
CBR (%)	**4**	**7**	**11**



Molde	4A	5A	6A
Diam int. Dm (mm)	155.3	155.3	155.3
Altura Hm (mm)	179.0	180.0	180.0
Masa Wm (mm)	6182	6202	6194
Disco Espaciador	1	1	1
Altura Hd (mm)	63	63	63
Masa mold+esp comp "Wm+ei" (gr)	9720	9670	9643
Masa mold+esp sat "Wm+ef" (gr)	9835	9775	9786
Capsula	**V9**	**V215**	**V148**
Masa cap (gr)	**121.22**	**115.78**	**115.79**
Masa cap+suelo hum (gr)	314.17	302.74	304.61
Masa cap+suelo seco (gr)	258.13	248.32	247.12
Contenido de agua saturado "wsa"t (%)	**40.93**	**41.06**	**43.78**
Masa vol seca "yd" (kg/m3))	**1180**	**1143**	**1127**
Contenido de agua compactacion "Wc" (%)	**36.50**	**36.91**	**38.05**
Lect ini exp ho (mm)	8.9	9.59	9.58
Lect ini final hf (mm)	8.88	9.54	9.05
Diferencia D (mm)	0.02	0.05	0.53
Deformacion (%)	0.017	0.043	0.453
Expansion prom.(%)	**0.17**		
Penetración (mm)	**Cargas de penetracion(Kg)**		
0.64	90	60	45
1.27	115	85	70
1.91	133	100	88
2.54	150	112	100
3.81	180	138	120
5.08	205	160	140
7.62	250	210	170
10.16	300	250	200
12.7	340	280	240
C 2.54	150	112	100
CBR 2.54 (%)	11	8	7
C 5.08	205	160	140
CBR 5.08 (%)	10	8	7
		8	



[redacted]

TRB Ingenieros Especialistas	GRUPO TERRABridge, S.A. de C.V.		
	LABORATORIO DE TRB INGENIEROS ESPECIALISTAS		
	VALOR SOPORTE DE CALIFORNIA Y EXPANSIÓN EN LABORATORIO		
	Código	Versión	Páginas
	TRB-LMS-VSCEL-F-09	0	1 de 1

Compactación AASHTO ESTANDAR

Proyecto: Estudio Geotécnico y Geofísico para el Proyecto del Trolebús Elevado.

Localización: [redacted]

Fecha: Abril 2026

Sondeo: PCA-7 M-A-2 **Muestra:** TRB-LAB-M-359 **Laboratorista:** Daniel

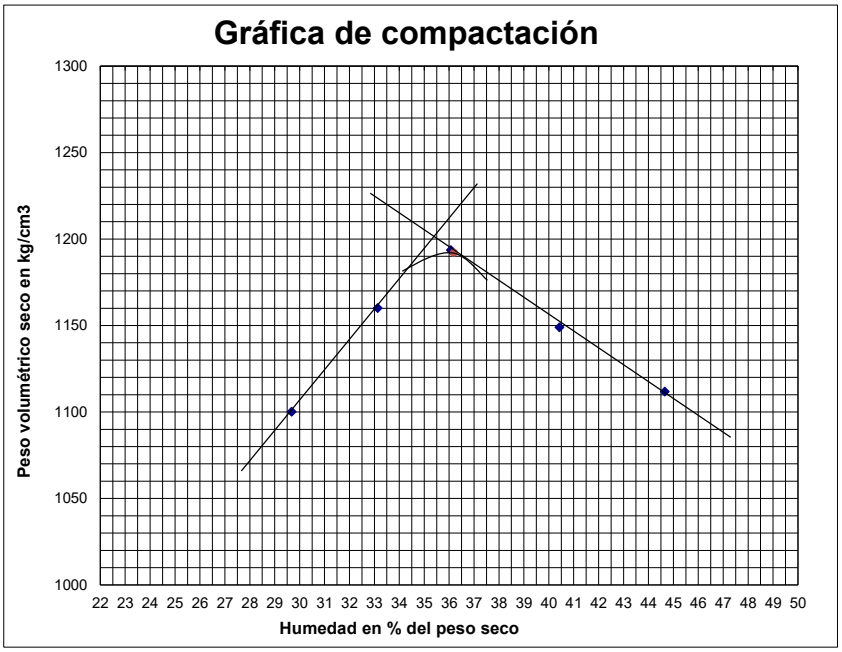
Material: Limo arcilloso café y gris oscuro con gravillas. **Prof.:** 1.10-1.70 m.

No. de capas: 3 Molde No.: 3 Peso del molde en gr. 2030

No. de golpes por capa: 25 Volumen Cilind.= 0.94207

PRUEBA No.	1	2	3	4	5
Peso molde+suelo húmedo, g	3374	3485	3560	3550	3545
Peso de molde, g	2030	2030	2030	2030	2030
Peso suelo húmedo, g (Wm)	1344	1455	1530	1520	1515
Cápsula No.	72	92	24x	126	26
Peso cápsula+suelo húmedo, g	134.00	134.39	134.07	125.46	126.23
Peso cápsula+suelo seco,g	111.11	109.5	107.56	96.67	95.36
Peso del agua, g	22.89	24.89	26.51	28.79	30.87
Peso cápsula, g	34.00	34.39	34.07	25.46	26.23
Peso suelo seco, g	77.11	75.11	73.49	71.21	69.13
Contenido de agua, %	29.68	33.14	36.07	40.43	44.65
Suelo seco compactado, g	1036.36	1092.85	1124.40	1082.39	1047.32
Peso vol. Seco, kg/m3	1100.09	1160.05	1193.54	1148.95	1111.72

Gráfica de compactación



γd máxima =

[redacted]

Cliente: ICA

Proyecto: Geotecnia - Trolebus Ixtapaluca

Consultor: TerraBridge S. A. de C. V.

No. Sondeo: SPT-E-03

SPT-E-03

Sondeo
Inclinación: -90.0
Ubicación: [redacted]

Coordenadas UTM, Zona14 N
X: 510333.000 m
Y: 2133915.000 m
Z: - m

Fecha
Inicio: 01/04/2026
Fin: 02/04/2026

[redacted]

Profundidad (m)	Herramienta (1)	Prof. techo de capa (m)	Espesor techo de capa (m)	Descripción del testigo: Columna estratigráfica	Descripción del testigo: Descripción litológica	Descripción del testigo: Recuperación / RQD (%)	Ensayos realizados In Situ: Muestras y ensayos: De (m)	A (m)	No. Muestra	Número de golpes SPT: 15	30	45	60	NSPT	Testigos: Recuperación (%)	RQD (%)	Metereorización (2a)	Ensayos para la clasificación de suelos: Granulometría: Grava: 3"	2"	1½"	1"	¾"	½"	⅜"	¼"	No. 4	Arena: No. 10	No. 20	No. 40	No. 60	No. 100	No. 200	Finos	SUCS	RMR / GSI: Cálculo de RMR: RCS	Separación	Persistencia	Apertura	Relleno	Rugosidad	Alteración	Persistencia del agua	RMR	GSI	Resistencia: Suelos: qu (kPa)	Corte directo: Tipo (3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción (°)	Triaxial: Tipo (3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción (°)	Rocas: Compresión triaxial: qu (kPa)	Mod. Young (GPa)	Resist. tracción (MPa)
0	SPT	0.45	0.45		Material de Relleno		0.00	0.45	1	18	23	7	-	30	56	0																																						
	SPT						0.45	0.90	2	6	4	6	-	10	51	0																																						
1	SPT						0.90	1.35	3	6	6	7	-	13	73	0																																						
	SPT				Arcilla arenosa color café claro, de consistencia media a firme		1.35	1.80	4	7	8	7	-	15	49	0																																						
2	SPT		2.70				1.80	2.25	5	2	4	3	-	7	40	0																																						
	SPT						2.25	2.70	6	6	9	10	-	19	40	0																																						
3	SPT	3.15					2.70	3.15	-	2	6	10	-	16	0	0																																						
	SPT						3.15	3.60	-	2	1	1	-	2	0	0																																						
	SPT						3.60	4.05	7	1	1	1	-	2	22	0																																						
4	SPT						4.05	4.50	8	5	4	3	-	7	44	0																																						
	SPT						4.50	4.95	9	2	2	3	-	5	67	0																																						
5	SPT		4.05		Arena de grano fino color negro, de compacidad muy suelta a suelta		4.95	5.40	10	2	2	1	-	3	38	0																																						
	SPT						5.40	5.85	11	2	2	2	-	4	44	0																																						
6	SPT						5.85	6.30	-	2	1	1	-	2	0	0																																						
	SPT						6.30	6.75	12	1	1	2	-	3	78	0																																						
7	SPT	7.20					6.75	7.20	13	2	1	1	-	2	56	0																																						
	SPT						7.20	7.65	14	1	1	2	-	3	67	0																																						
8	SPT						7.65	8.10	15	1	1	1	-	2	62	0																																						
	SPT						8.10	8.55	16	PH	1	1	0	2	51	0																																						
	SPT		2.80		Arcilla color café y gris, de consistencia blanda a firme		8.55	9.00	17	1	1	3	-	4	56	0																																						
9	SPT						9.00	9.45	18	1	1	1	-	2	22	0																																						
	SPT						9.45	9.90	-	1	1	1	-	2	0	0																																						
10		10.00																																																	

Leyenda

(1) SPT: Sondeo de Penetración Estándar; BT: Broca tricónica; BNQ: Barril diámetro NQ BHQ:Barril diámetro HQ; SHB: Muestreador Shelby; DEN: Muestreador Denison

(2) Meteorización según (ISMR, 1981): I - II - III - IV - V - VI

(2b) C. Arcillas y Limos. S: Arenas. G: Gravas. B: Brechas. M: Milonitas. Ox: Óxidos. Q: Cuarzo. Cc: Carbonatos. F: Feldespatos. Ma: Minerales de la arcilla. Otros

(3) UU: No consolidado No drenado; CU: Consolidado No drenado; CD: Consolidado Drenado

Normativa

Contenido de humedad (ASTM D 2216)
Densidad aparente húmeda de un suelo (ASTM C 7263 método A)
Densidad aparente seca de un suelo (ASTM C 7263 método A)
Densidad relativa de las partículas (ASTM D 854)
Contenido en sulfatos solubles de agua SO3 (UNE 103201)
Materia orgánica por oxidación (UNE 103204)
Carbonatos en suelo (UNE 103200)
Sales solubles (NLT-114)
Ph (ASTM D 4972)
Granulometría por tamizado (ASTM D 6913)
Límite líquido (ASTM D 4318)
Límite plástico (ASTM D 4318)
Índice de plasticidad (ASTM D 4318)
Hinchamiento libre en edómetro (ASTM D 4546 met. A parc. + UNE 103601
Presión de hinchamiento en edómetro (ASTM D 4546 met. A parc. + UNE 103601)
Colapso (ASTM D 5333)
Compresión simple en rocas (ASTM D 2938)
Ensayo brasileño en rocas (ASTM D 3148)
Compresión en suelos (ASTM D 2166)
Corte directo tipo CU (ASTM D 6528)
Corte directo tipo CD (ASTM D 3080)
Ensayo triaxial tipo UU (ASTM 2850)
Ensayo triaxial tipo p. intersticial CU+PI (ASTM D 4767)
Ensayo triaxial tipo CD (ASTM D 7181)

Observaciones

Sin observaciones

ICA	Geotecnia - Trolebus Ixtapaluca	TerraBridge S. A. de C. V.	SPT-E-03	SPT-E-0

Sondeo
Inclinación: -90.0
Ubicación: Ixtapaluca, Edo. de Mex.

Coordenadas UTM, Zona14 N
X: 510333.000 m
Y: 2133915.000 m
Z: - m

Fecha
Inicio: 01/04/2026
Fin: 02/04/2026

[redacted]

Profundidad (m)	Herramienta (1)	Prof. techo de capa (m)	Espesor techo de capa (m)	Descripción del testigo: Columna estratigráfica	Descripción del testigo: Descripción litológica	Descripción del testigo: Recuperación / RQD (%)	Ensayos realizados In Situ: Muestras y ensayos: De (m)	A (m)	No. Muestra	Número de golpes SPT: 15	30	45	60	NSPT	Testigos: Recuperación (%)	RQD (%)	Metereorización (2a)	Ensayos para la clasificación de suelos: Granulometría: Grava: 3"	2"	1½"	1"	¾"	½"	⅜"	¼"	No. 4	Arena: No. 10	No. 20	No. 40	No. 60	No. 100	No. 200	Finos	SUCS	RMR / GSI: Cálculo de RMR: RCS	Separación	Persistencia	Apertura	Relleno	Rugosidad	Alteración	Persistencia del agua	RMR	GSI	Resistencia: Suelos: qu (kPa)	Corte directo: Tipo (3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción (°)	Triaxial: Tipo (3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción (°)	Rocas: Compresión triaxial: qu (KPa)	Mod. Young (GPa)	Resist. tracción (MPa)
10	SPT						9.90	10.00	19	11	2	2	-	4	44	0																																							

Leyenda

(1) SPT: Sondeo de Penetración Estándar; BT: Broca tricónica; BNQ: Barril diámetro NQ BHQ:Barril diámetro HQ; SHB: Muestreador Shelby; DEN: Muestreador Denison

(2) Meteorización según (ISMR, 1981): I - II - III - IV - V - VI

(2b) C. Arcillas y Limos. S: Arenas. G: Gravas. B: Brechas. M: Milonitas. Ox: Óxidos. Q: Cuarzo. Cc: Carbonatos. F: Feldespatos. Ma: Minerales de la arcilla. Otros

(3) UU: No consolidado No drenado; CU: Consolidado No drenado; CD: Consolidado Drenado

Normativa

Contenido de humedad (ASTM D 2216)
Densidad aparente húmeda de un suelo (ASTM C 7263 método A)
Densidad aparente seca de un suelo (ASTM C 7263 método A)
Densidad relativa de las partículas (ASTM D 854)
Contenido en sulfatos solubles de agua SO3 (UNE 103201)
Materia orgánica por oxidación (UNE 103204)
Carbonatos en suelo (UNE 103200)
Sales solubles (NLT-114)
Ph (ASTM D 4972)
Granulometría por tamizado (ASTM D 6913)
Límite líquido (ASTM D 4318)
Límite plástico (ASTM D 4318)
Índice de plasticidad (ASTM D 4318)
Hinchamiento libre en edómetro (ASTM D 4546 met. A parc. + UNE 103601
Presión de hinchamiento en edómetro (ASTM D 4546 met. A parc. + UNE 103601)
Colapso (ASTM D 5333)
Compresión simple en rocas (ASTM D 2938)
Ensayo brasileño en rocas (ASTM D 3148)
Compresión en suelos (ASTM D 2166)
Corte directo tipo CU (ASTM D 6528)
Corte directo tipo CD (ASTM D 3080)
Ensayo triaxial tipo UU (ASTM 2850)
Ensayo triaxial tipo p. intersticial CU+PI (ASTM D 4767)
Ensayo triaxial tipo CD (ASTM D 7181)

Observaciones

Sin observaciones

Cliente: ICA

Proyecto: Geotecnia - Trolebus Ixtapaluca

Consultor: TerraBridge S. A. de C. V.

No. Sondeo: SPT-E-03

Sondeo
Inclinación: -90.0
Ubicación: Ixtapaluca, Edo. de Mex.

Coordenadas UTM, Zona14 N
X: 510333.000 m
Y: 2133915.000 m
Z: - m

Fecha
Inicio: 01/04/2026
Fin: 02/04/2026

[redacted]

SPT-E-03

Profundidad (m)	Herramienta (1)	Prof. techo de capa (m)	Espesor techo de capa (m)	Descripción del testigo: Columna estratigráfica	Descripción del testigo: Descripción litológica	Descripción del testigo: Recuperación / RQD (%)	Ensayos realizados In Situ: Muestras y ensayos: De (m)	A (m)	No. Muestra	Número de golpes SPT: 15	30	45	60	NSPT	Testigos: Recuperación (%)	RQD (%)	Meteorización (2a)
10	SPT						10.00	10.35	19	11	2	2	-	4	44	0	
	TSH						10.35	10.80	20	1	1	1	-	2	78	0	
11	SPT						10.80	11.25	21	1	2	2	-	4	11	0	
	SPT		3.05		Arcilla color café y gris, de consistencia blanda a firme		11.25	11.70	22	5	9	8	-	17	100	0	
12	SPT						11.70	12.15	23	9	17	7	-	24	40	0	
	SPT						12.15	12.60	-	2	2	2	-	4	0	0	
	SPT	13.05					12.60	13.05	-	1	1	2	-	3	0	0	
13	SPT						13.05	13.50	24	2	1	2	-	3	67	0	
	SPT						13.50	13.95	25	2	2	1	-	3	53	0	
14	SPT		2.25		Arcilla gris oscura, de consistencia blanda		13.95	14.40	26	2	2	2	-	4	44	0	
	SPT						14.40	14.85	27	3	2	1	-	3	40	0	
15	SPT	15.30					14.85	15.30	28	2	2	3	-	5	93	0	
	SPT						15.30	15.75	29	4	4	4	-	8	84	0	
16	SPT						15.75	16.20	30	2	3	2	-	5	53	0	
	SPT						16.20	16.65	31	1	1	1	-	2	91	0	
17	SPT						16.65	17.00	32	1	2	2	-	4	91	0	
	SPT		3.95		Arcilla color café y gris con tonos rojizos y verdes, de consistencia muy blanda a blanda		17.00	17.45	33	2	2	3	-	5	87	0	
	SPT						17.45	17.90	34	2	1	2	-	3	82	0	
18	SPT						17.90	18.35	35	4	7	3	-	10	73	0	
	SPT						18.35	18.80	36	1	1	4	-	5	96	0	
19	SPT	19.25					18.80	19.25	-	PH	PH	1	-	1	0	0	
	SPT		0.75		Arcilla arenosa color café, de consistencia firme		19.25	19.70	37	3	4	4	-	8	53	0	
20	TSH	20.00					19.70	20.00	38	-	-	-	-	0	89	0	

Ensayos para la clasificación de suelos: Granulometría: Grava: 3" | 2" | 1½" | 1" | ¾" | ½" | ⅜" | ¼" | No. 4
Ensayos para la clasificación de suelos: Granulometría: Arena: No. 10 | No. 20 | No. 40 | No. 60 | No. 100 | No. 200
Ensayos para la clasificación de suelos: Granulometría: Finos
Ensayos para la clasificación de suelos: SUCS
RMR / GSI: Cálculo de RMR: RCS | Separación | Persistencia | Apertura | Relleno | Rugosidad | Alteración | Persistencia del agua | RMR | GSI
Resistencia: Suelos: qu (kPa)
Resistencia: Suelos: Corte directo: Tipo (3) | Cohesión (KPa) | Ángulo de fricción (°)
Resistencia: Suelos: Triaxial: Tipo (3) | Cohesión (KPa) | Ángulo de fricción (°)
Resistencia: Rocas: Compresión triaxial: qu (KPa) | Mod. Young (GPa) | Resist. tracción (MPa)

Leyenda

(1) SPT: Sondeo de Penetración Estándar; BT: Broca tricónica; BNQ: Barril diámetro NQ BHQ:Barril diámetro HQ; SHB: Muestreador Shelby; DEN: Muestreador Denison

(2) Meteorización según (ISMR, 1981): I - II - III - IV - V - VI

(2b) C. Arcillas y Limos. S: Arenas. G: Gravas. B: Brechas. M: Milonitas. Ox: Óxidos. Q: Cuarzo. Cc: Carbonatos. F: Feldespatos. Ma: Minerales de la arcilla. Otros

(3) UU: No consolidado No drenado; CU: Consolidado No drenado; CD: Consolidado Drenado

Normativa

Contenido de humedad (ASTM D 2216)
Densidad aparente húmeda de un suelo (ASTM C 7263 método A)
Densidad aparente seca de un suelo (ASTM C 7263 método A)
Densidad relativa de las partículas (ASTM D 854)
Contenido en sulfatos solubles de agua SO3 (UNE 103201)
Materia orgánica por oxidación (UNE 103204)
Carbonatos en suelo (UNE 103200)
Sales solubles (NLT-114)
Ph (ASTM D 4972)
Granulometría por tamizado (ASTM D 6913)
Límite líquido (ASTM D 4318)
Límite plástico (ASTM D 4318)
Índice de plasticidad (ASTM D 4318)
Hinchamiento libre en edómetro (ASTM D 4546 met. A parc. + UNE 103601
Presión de hinchamiento en edómetro (ASTM D 4546 met. A parc. + UNE 103601)
Colapso (ASTM D 5333)
Compresión simple en rocas (ASTM D 2938)
Ensayo brasileño en rocas (ASTM D 3148)
Compresión en suelos (ASTM D 2166)
Corte directo tipo CU (ASTM D 6528)
Corte directo tipo CD (ASTM D 3080)
Ensayo triaxial tipo UU (ASTM 2850)
Ensayo triaxial tipo p. intersticial CU+PI (ASTM D 4767)
Ensayo triaxial tipo CD (ASTM D 7181)

Observaciones

Sin observaciones

Cliente:	Proyecto:	Consultor:	No. Sondeo:
ICA	Geotecnia - Trolebus Ixtapaluca	TerraBridge S. A. de C. V.	SPT-E-03

Sondeo
Inclinación: -90.0
Ubicación: Ixtapaluca, Edo. de Mex.

Coordenadas UTM, Zona14 N
X: 510333.000 m
Y: 2133915.000 m
Z: - m

Fecha
Inicio: 01/04/2026
Fin: 02/04/2026

SPT-E-03

Profundidad (m)	Herramienta (1)	Prof. techo de capa (m)	Espesor techo de capa (m)	Descripción del testigo: Columna estratigráfica	Descripción del testigo: Descripción litológica	Descripción del testigo: Recuperación / RQD (%)	Ensayos realizados In Situ: Muestras y ensayos: De (m)	A (m)	No. Muestra	Número de golpes SPT: 15	30	45	60	NSPT	Testigos: Recuperación (%)	RQD (%)	Meteorización (2a)	Ensayos para la clasificación de suelos: Granulometría: Grava: 3"	2"	1½"	1"	¾"	½"	⅜"	¼"	No. 4	Arena: No. 10	No. 20	No. 40	No. 60	No. 100	No. 200	Finos	SUCS	RMR / GSI: Cálculo de RMR: RCS	Separación	Persistencia	Apertura	Relleno	Rugosidad	Alteración	Persistencia del agua	RMR	GSI	Resistencia: Suelos: qu (kPa)	Corte directo: Tipo (3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción (°)	Triaxial: Tipo (3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción (°)	Rocas: Compresión triaxial: qu (kPa)	Mod. Young (GPa)	Resist. tracción (MPa)
20	TSH		1.05		Arcilla arenosa color café, de consistencia firme		20.00	20.60	38	-	-	-	-	0	89	0																																								
	SPT	21.05					20.60	21.05	39	2	15	43	-	58	71	0																																								
21	SPT						21.05	21.50	40	12	17	12	-	29	71	0																																								
	SPT						21.50	21.95	41	11	6	6	-	12	44	0																																								
22	SPT		2.25		Arena de grano medio color gris con gravas, de compacidad muy densa		21.95	22.25	42	7	50/15	-	-	100	43	0																																								
	SPT						22.25	22.40	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
	SPT						22.40	22.65	43	38	50/10	-	-	150	80	0																																								
	ABT						22.65	22.85	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
23	SPT						22.85	23.10	44	42	50/10	-	-	150	80	0																																								
	ABT	23.30					23.10	23.30	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
	SPT						23.30	23.58	45	28	50/13	-	-	115	68	0																																								
	ABT						23.58	23.75	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
24	SPT						23.75	24.05	46	33	50/15	-	-	100	87	0																																								
	ABT						24.05	24.20	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
	SPT						24.20	24.30	-	50/10	-	-	-	150	0	0																																								
	ABT						24.30	24.65	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
25	SPT						24.65	25.10	47	26	39	44	-	83	58	0																																								
	SPT						25.10	25.35	48	37	50/10	-	-	150	76	0																																								
	ABT						25.35	25.55	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
	SPT		4.50		Arena limosa color café, de compacidad densa a muy densa		25.55	25.82	49	29	50/12	-	-	125	67	0																																								
	ABT						25.82	26.00	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
26	SPT						26.00	26.25	50	42	50/10	-	-	150	80	0																																								
	ABT						26.25	26.45	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
	SPT						26.45	26.70	51	37	50/10	-	-	150	68	0																																								
	ABT						26.70	26.90	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
27	SPT						26.90	27.05	-	50/15	-	-	-	100	0	0																																								
	ABT						27.05	27.35	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
	SPT						27.35	27.50	52	50/15	-	-	-	100	80	0																																								
	ABT	27.80					27.50	27.80	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
	SPT						27.80	27.93	53	50/13	-	-	-	115	92	0																																								
28	ABT						27.93	28.25	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
	SPT						28.25	28.40	54	50/15	-	-	-	100	93	0																																								
	ABT						28.40	28.70	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
	SPT		2.20		Arena limosa color café con gravas, de compacidad muy densa		28.70	28.85	55	50/15	-	-	-	100	80	0																																								
29	ABT						28.85	29.15	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
	SPT						29.15	29.25	56	50/10	-	-	-	150	100	0																																								
	ABT						29.25	29.60	-	-	-	-	-	0	0	0																																								
	SPT						29.60	29.75	57	50/15	-	-	-	100	87	0																																								
30	ABT	30.00					29.75	30.00	-	-	-	-	-	0	0	0																																								

Leyenda

(1) SPT: Sondeo de Penetración Estándar; BT: Broca tricónica; BNQ: Barril diámetro NQ BHQ:Barril diámetro HQ; SHB: Muestreador Shelby; DEN: Muestreador Denison

(2) Meteorización según (ISMR, 1981): I - II - III - IV - V - VI

(2b) C. Arcillas y Limos. S: Arenas. G: Gravas. B: Brechas. M: Milonitas. Ox: Óxidos. Q: Cuarzo. Cc: Carbonatos. F: Feldespatos. Ma: Minerales de la arcilla. Otros

(3) UU: No consolidado No drenado; CU: Consolidado No drenado; CD: Consolidado Drenado

Normativa

Contenido de humedad (ASTM D 2216)
Densidad aparente húmeda de un suelo (ASTM C 7263 método A)
Densidad aparente seca de un suelo (ASTM C 7263 método A)
Densidad relativa de las partículas (ASTM D 854)
Contenido en sulfatos solubles de agua SO3 (UNE 103201)
Materia orgánica por oxidación (UNE 103204)
Carbonatos en suelo (UNE 103200)
Sales solubles (NLT-114)
Ph (ASTM D 4972)
Granulometría por tamizado (ASTM D 6913)
Límite líquido (ASTM D 4318)
Límite plástico (ASTM D 4318)
Índice de plasticidad (ASTM D 4318)
Hinchamiento libre en edómetro (ASTM D 4546 met. A parc. + UNE 103601
Presión de hinchamiento en edómetro (ASTM D 4546 met. A parc. + UNE 103601)
Colapso (ASTM D 5333)
Compresión simple en rocas (ASTM D 2938)
Ensayo brasileño en rocas (ASTM D 3148)
Compresión en suelos (ASTM D 2166)
Corte directo tipo CU (ASTM D 6528)
Corte directo tipo CD (ASTM D 3080)
Ensayo triaxial tipo UU (ASTM 2850)
Ensayo triaxial tipo p. intersticial CU+PI (ASTM D 4767)
Ensayo triaxial tipo CD (ASTM D 7181)

Observaciones

Sin observaciones

Cliente:	Proyecto:	Consultor:	No. Sondeo:
ICA	Geotecnia - Trolebus Ixtapaluca	TerraBridge S. A. de C. V.	SPT-E-03

Sondeo
Inclinación: -90.0
Ubicación: Ixtapaluca, Edo. de Mex.

Coordenadas UTM, Zona14 N
X: 510333.000 m
Y: 2133915.000 m
Z: - m

Fecha
Inicio: 01/04/2026
Fin: 02/04/2026

[redacted]

SPT-E-03

Profundidad (m)	Herramienta (1)	Prof. techo de capa (m)	Espesor techo de capa (m)	Descripción del testigo: Columna estratigráfica	Descripción del testigo: Descripción litológica	Descripción del testigo: Recuperación / RQD (%)	Ensayos realizados In Situ: Muestras y ensayos: De (m)	A (m)	No. Muestra	Número de golpes SPT: 15	30	45	60	NSPT	Testigos: Recuperación (%)	RQD (%)	Metereorización (2a)
30	ABT	30.15	0.15	• • •	Arena limosa color café con gravas, de compacidad muy densa		30.00	30.05	-	-	-	-	-	0	0	0	
	SPT						30.05	30.15	S/R	50/10	-	-	-	150	0	0	

Ensayos para la clasificación de suelos: Granulometría: Grava: 3"	2"	1½"	1"	¾"	½"	⅜"	¼"	No. 4	Arena: No. 10	No. 20	No. 40	No. 60	No. 100	No. 200	Finos	SUCS

RMR / GSI: Cálculo de RMR	RCS	Separación	Persistencia	Apertura	Relleno	Rugosidad	Alteración	Persistencia del agua	RMR	GSI

Resistencia: Suelos: qu (kPa)	Corte directo: Tipo (3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción (°)	Triaxial: Tipo (3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción (°)	Rocas: Compresión triaxial: qu (KPa)	Mod. Young (GPa)	Resist. tracción (MPa)

Leyenda

(1) SPT: Sondeo de Penetración Estándar; BT: Broca tricónica; BNQ: Barril diámetro NQ BHQ:Barril diámetro HQ; SHB: Muestreador Shelby; DEN: Muestreador Denison

(2) Meteorización según (ISMR, 1981): I - II - III - IV - V - VI

(2b) C. Arcillas y Limos. S: Arenas. G: Gravas. B: Brechas. M: Milonitas. Ox: Óxidos. Q: Cuarzo. Cc: Carbonatos. F: Feldespatos. Ma: Minerales de la arcilla. Otros

(3) UU: No consolidado No drenado; CU: Consolidado No drenado; CD: Consolidado Drenado

Normativa

Contenido de humedad (ASTM D 2216)
Densidad aparente húmeda de un suelo (ASTM C 7263 método A)
Densidad aparente seca de un suelo (ASTM C 7263 método A)
Densidad relativa de las partículas (ASTM D 854)
Contenido en sulfatos solubles de agua SO3 (UNE 103201)
Materia orgánica por oxidación (UNE 103204)
Carbonatos en suelo (UNE 103200)
Sales solubles (NLT-114)
Ph (ASTM D 4972)
Granulometría por tamizado (ASTM D 6913)
Límite líquido (ASTM D 4318)
Límite plástico (ASTM D 4318)
Índice de plasticidad (ASTM D 4318)
Hinchamiento libre en edómetro (ASTM D 4546 met. A parc. + UNE 103601
Presión de hinchamiento en edómetro (ASTM D 4546 met. A parc. + UNE 103601)
Colapso (ASTM D 5333)
Compresión simple en rocas (ASTM D 2938)
Ensayo brasileño en rocas (ASTM D 3148)
Compresión en suelos (ASTM D 2166)
Corte directo tipo CU (ASTM D 6528)
Corte directo tipo CD (ASTM D 3080)
Ensayo triaxial tipo UU (ASTM 2850)
Ensayo triaxial tipo p. intersticial CU+PI (ASTM D 4767)
Ensayo triaxial tipo CD (ASTM D 7181)

Observaciones

Sin observaciones

Cliente:	PROYECTO:	Consultor:	ID PCA:
ICA	TROLEBÚS IXTAPALUCA	TERRABRIDGE S.A. DE C.V.	PCA - 07

KM **DISTANCIA AL EJE (m):**
COORDENADAS:
X UTM: 510330.43
Y UTM: 2133822.37
Z UTM:

SUPERVISOR: JESSICA BARRERA
MAQUINARIA: RETROEXCAVADORA
FECHA EJECUCIÓN: 24/03/2026
PROFUNDIDAD: 2.70 m

Profundidad (m)	Profundidad del techo de la capa (m)	Espesor capa (m)	Orientación de las capas: Dirección de buzamiento (°)	Orientación de las capas: Buzamiento (°)	Columna estratigráfica (1a)	Descripción litológica (1b)	Profundidad del nivel freático (m)	Espesor de tierra vegetal (m)	Presencia de restos antrópicos (Si / No)	Presencia de restos antrópicos: Potencia (m)	Tipo de muestra (MI / MA) (1c)	Ensayos realizados s "in situ"	Ensayos realizados s "in situ"	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DE SUELO																									OTROS ENSAYOS					
														GRANULOMETRÍA								W	Lím. de Atterb.			Densidad		Anál. quím.				HL	Ph		Clasificación del suelo		RCS (Kpa)	Proctor estándar		C.B.R.		
												Vane test (Mpa)	Penetrómetro	Arcilla	Limo	Arena (0,08 a 2 mm)		Grava (2 a 60		Cantos	Humedad (%)	LL	LP	IP	Dsol	Dap	Sulf	SS	Gully	MO	Hinchamiento libre (%)	Pres. hincham. (Kpas)	Colapso (%)	SUCS	PG3		Densid. máx. (g/cm³)	Humed. optima (%)	Índice (100%)	Índice (95%)	Hinchamiento (%)
														< 0,002 mm	0,08 a 0,002 mm	Tamiz 0,075	Tamiz 0,425	Tamiz 2	Tamiz 4.75	Tamiz 9.5	Tamiz 100		Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticid.	Partículas (g/cm3)	Aparente (g/cm³)	(SO4)-2 mg/kg	Sales solubles (%)	Acidez Baumann	Materia orgánica (%)										
0		1.1				Material de rrelleno compuesta por suelo removido y mezclado con residuos sólidos (llantas, fragmentos de mamposteria, escombro de construcción)			No	0																															
0.5																																									
1	1.10																																								
1.5		1.10				Arcilla grisácea con arena fina, presenta un grado alto de humedad y de consistencia media.			No	0	MA-1																															
2	2.20																																								
2.5		0.50				Arena de grano medio con gravillas - gravas subangulares de mas de 1.5 cm.					MI-1 MA-2																															
	2.70					**FIN DE PCA= 2.70 m**																																			
3																																									
3.5																																									
4																																									
4.5																																									
5																																									

Leyenda:
(1a) Colores y trama, según Cartografía USGA.
(1b) Suelos: según Anejo D del CTE (2006); Rocas: según ISRM (1981)
(1c) MA: Muestra Alterada; MI: Muestra Inalterada
(2a) Importante indicar el tipo de ensayo próctor normal o modificado.

Normativa:
Ensayo Vane test según: ASTM -2573
Penetrómetro de bolsillo: Consultar manual de uso del fabricante.
Ensayo SPT según: ASTM D1586
Límites de atterb. ASTM D 4318
MO: ASTM D2974

Contenido de carbonatos. ASTM D4373
Colapso. ASTM D 5333
W: ASTM D 2216
Densidad de un suelo. ASTM C 7263 MÉTODO A
Densidad relativa. ASTM D 854
Análisis granulom. tamizado. ASTM D 6913
Corte directo tipo UU. ASTM D 3080
Hinchamiento libre. ASTM D 4546 MET. A
Presión de hinchamiento. ASTM D 4546

Contenido en sulfatos. ASTM D-516
Proctor normal, modific. ASTM D 698
Índice C.B.R. de un suelo. ASTM D 1883
pH de un suelo. ASTM D 4972
Ensayo triaxial tipo UU. ASTM D 2850

Observaciones:

En la profundidad de 2.50 m, se encontro agua. No es posible determinar con presición si es un afluente natural o de alguna toma.

Corrección del número de golpes (N_{30}) de acuerdo al método AASTHO (2024)

Apartado 10.4.6.2.4

NAF 2.5 m

Estratos		Unidad	Tipo	prof	F	γ	C_E	C_B	C_R	C_s
De:	A:			[m]	[%]	(t/m^3)	[1]	[1]	[1]	[1]
	0.00									
0.00	3.15	1	c	1.58	-	1.35	1.00	1.05	0.75	1.00
3.15	11.25	2	c	7.20	-	1.10	1.00	1.05	0.85	1.00
11.25	12.15	2a	s	11.70	-	1.35	1.00	1.05	1.00	1.00
12.15	22.65	2	c	17.40	-	1.10	1.00	1.05	1.00	1.00
22.65	30.15	3	s	26.40	-	1.65	1.00	1.05	1.00	1.00
30.15										

SUCS	N60	Esp.	Su	ϕ	E	Su	E	ν	TEORÍA CALCULO Su
-	-	m	kpa	°	kg/cm2	t/m2	t/m2	-	
MH	20	3.15	117.43		193	11.97	1926	0.40	Sowers (1979)
CH	4	8.10	11.83		88	1.21	876	0.45	Sowers (1979)
SC	27	0.90		30.2	125		1248	0.36	
MH	15	10.50		27.8	79		788	0.45	
SC	140	7.50		36.2	261		2608	0.33	

TABLE 2. Corrections to SPT (Modified from Skempton 1986) as Listed by Robertson and Wride (1998)

Factor	Equipment variable	Term	Correction
Overburden pressure	—	C_V	$(P_a/\sigma'_{vo})^n$
Overburden pressure	—	C_V	$C_V \leq 1.7$
Energy ratio	Donut hammer	C_E	0.5–1.0
Energy ratio	Safety hammer	C_E	0.7–1.2
Energy ratio	Automatic-trip Donut-type hammer	C_E	0.8–1.3
Borehole diameter	65–115 mm	C_B	1.0
Borehole diameter	150 mm	C_B	1.05
Borehole diameter	200 mm	C_B	1.15
Rod length	<3 m	C_R	0.75
Rod length	3–4 m	C_R	0.8
Rod length	4–6 m	C_R	0.85
Rod length	6–10 m	C_R	0.95
Rod length	10–30 m	C_R	1.0
Sampling method	Standard sampler	C_S	1.0
Sampling method	Sampler without liners	C_S	1.1–1.3

				SPT														ϕ				E (kg/cm^2)			
Suelo Tipo	De:	A:	Esp. Med	Esp.	N30	C_N	C_E	C_B	C_R	C_S	N_{60}	γ [t/m^3]	σ [t/m^2]	u [t/m^2]	σ' [t/m^2]	σ'/p_a [1]	N30	Meyerhof	Peck	Terzaghi	Prom	Bowless	Schmertmann	Beguemnn	Prom
c	0.00	0.45	0.23	0.45	30	1.93	1.00	1.05	0.75	1.00	45.60	1.35	0.61	0	0.61	0.06	46	49	40	40	43	305	368	520	398
c	0.45	0.90	0.68	0.45	10	1.70	1.00	1.05	0.75	1.00	13.38	1.35	1.22	0	1.22	0.12	13	31	31	32	31	140	104	228	157
c	0.90	1.35	1.13	0.45	13	1.56	1.00	1.05	0.75	1.00	16.00	1.35	1.82	0	1.82	0.18	16	33	32	33	32	155	128	160	148
c	1.35	1.80	1.58	0.45	15	1.47	1.00	1.05	0.75	1.00	17.33	1.35	2.43	0	2.43	0.24	17	33	32	33	33	160	136	172	156
c	1.80	2.25	2.03	0.45	7	1.39	1.00	1.05	0.75	1.00	7.67	1.35	3.04	0	3.04	0.30	8	28	29	31	29	115	64	168	116
c	2.25	2.70	2.48	0.45	19	1.35	1.00	1.05	0.75	1.00	20.20	1.35	3.65	0.20	3.45	0.34	20	35	33	34	34	175	160	208	181
c	2.70	3.15	2.93	0.45	16	1.34	1.00	1.05	0.75	1.00	16.82	1.35	4.25	0.65	3.60	0.35	17	33	32	33	33	160	136	172	156
c	3.15	3.60	3.38	0.45	2	1.33	1.00	1.05	0.75	1.00	2.10	1.10	4.75	1.10	3.65	0.36	2	25	28	29	27	85	16	96	66
c	3.60	4.05	3.83	0.45	2	1.33	1.00	1.05	0.85	1.00	2.37	1.10	5.24	1.55	3.69	0.36	2	25	28	29	27	85	16	96	66
c	4.05	4.50	4.28	0.45	7	1.32	1.00	1.05	0.85	1.00	8.26	1.10	5.74	2.00	3.74	0.37	8	28	29	31	29	115	64	168	116
c	4.50	4.95	4.73	0.45	5	1.32	1.00	1.05	0.85	1.00	5.89	1.10	6.23	2.45	3.78	0.37	6	27	29	30	29	105	48	144	99
c	4.95	5.40	5.18	0.45	3	1.31	1.00	1.05	0.85	1.00	3.52	1.10	6.73	2.90	3.83	0.38	4	26	28	30	28	95	32	120	82
c	5.40	5.85	5.63	0.45	4	1.31	1.00	1.05	0.85	1.00	4.68	1.10	7.22	3.35	3.87	0.38	5	27	29	30	28	100	40	132	91
c	5.85	6.30	6.08	0.45	2	1.31	1.00	1.05	0.95	1.00	2.61	1.10	7.72	3.80	3.92	0.38	3	25	28	29	28	90	24	108	74
c	6.30	6.75	6.53	0.45	3	1.30	1.00	1.05	0.95	1.00	3.90	1.10	8.21	4.25	3.96	0.39	4	26	28	30	28	95	32	120	82
c	6.75	7.20	6.98	0.45	2	1.30	1.00	1.05	0.95	1.00	2.59	1.10	8.71	4.70	4.01	0.39	3	25	28	29	28	90	24	108	74
c	7.20	7.65	7.43	0.45	3	1.30	1.00	1.05	0.95	1.00	3.88	1.10	9.20	5.15	4.05	0.40	4	26	28	30	28	95	32	120	82
c	7.65	8.10	7.88	0.45	2	1.29	1.00	1.05	0.95	1.00	2.58	1.10	9.70	5.60	4.10	0.40	3	25	28	29	28	90	24	108	74
c	8.10	8.55	8.33	0.45	2	1.29	1.00	1.05	0.95	1.00	2.57	1.10	10.19	6.05	4.14	0.41	3	25	28	29	28	90	24	108	74
c	8.55	9.00	8.78	0.45	4	1.28	1.00	1.05	0.95	1.00	5.13	1.10	10.69	6.50	4.19	0.41	5	27	29	30	28	100	40	132	91
c	9.00	9.45	9.23	0.45	2	1.28	1.00	1.05	0.95	1.00	2.56	1.10	11.18	6.95	4.23	0.42	3	25	28	29	28	90	24	108	74
c	9.45	9.90	9.68	0.45	2	1.28	1.00	1.05	0.95	1.00	2.55	1.10	11.68	7.40	4.28	0.42	3	25	28	29	28	90	24	108	74
c	9.90	10.35	10.13	0.45	4	1.27	1.00	1.05	1.00	1.00	5.35	1.10	12.17	7.85	4.32	0.42	5	27	29	30	28	100	40	132	91
c	10.35	10.80	10.58	0.45	2	1.27	1.00	1.05	1.00	1.00	2.67	1.10	12.67	8.30	4.37	0.43	3	25	28	29	28	90	24	108	74
c	10.80	11.25	11.03	0.45	4	1.27	1.00	1.05	1.00	1.00	5.32	1.10	13.16	8.75	4.41	0.43	5	27	29	30	28	100	40	132	91
s	11.25	11.70	11.48	0.45	17	1.26	1.00	1.05	1.00	1.00	22.41	1.35	13.77	9.20	4.57	0.45	22	36	33	34	34	185	176	232	198
s	11.70	12.15	11.93	0.45	24	1.24	1.00	1.05	1.00	1.00	31.35	1.35	14.38	9.65	4.73	0.46	31	41	36	36	38	230	248	340	273
c	12.15	12.60	12.38	0.45	4	1.24	0.85	1.05	1.00	1.00	4.43	1.10	14.87	10.10	4.77	0.47	4	26	28	30	28	95	32	120	82
c	12.60	13.05	12.83	0.45	3	1.24	0.85	1.05	1.00	1.00	3.31	1.10	15.37	10.55	4.82	0.47	3	25	28	29	28	90	24	108	74
c	13.05	13.50	13.28	0.45	3	1.23	0.85	1.05	1.00	1.00	3.31	1.10	15.86	11.00	4.86	0.48	3	25	28	29	28	90	24	108	74
c	13.50	13.95	13.73	0.45	3	1.23	0.85	1.05	1.00	1.00	3.30	1.10	16.36	11.45	4.91	0.48	3	25	28	29	28	90	24	108	74
c	13.95	14.40	14.18	0.45	4	1.23	0.85	1.05	1.00	1.00	4.39	1.10	16.85	11.90	4.95	0.49	4	26	28	30	28	95	32	120	82
c	14.40	14.85	14.63	0.45	3	1.23	0.85	1.05	1.00	1.00	3.28	1.10	17.35	12.35	5.00	0.49	3	25	28	29	28	90	24	108	74

c	14.85	15.30	15.08	0.45	5	1.22	0.85	1.05	1.00	1.00	5.46	1.10	17.84	12.80	5.04	0.49	5	27	29	30	28	100	40	132	91
c	15.30	15.75	15.53	0.45	8	1.22	1.00	1.05	1.00	1.00	10.25	1.10	18.34	13.25	5.09	0.50	10	29	30	31	30	125	80	192	132
c	15.75	16.20	16.0	0.4	5	1.22	1.00	1.05	1.00	1.00	6.39	1.10	18.83	13.70	5.13	0.50	6	27	29	30	29	105	48	144	99
c	16.20	16.65	16.4	0.4	2	1.21	1.00	1.05	1.00	1.00	2.55	1.10	19.33	14.15	5.18	0.51	3	25	28	29	28	90	24	108	74
c	16.65	17.00	16.8	0.4	4	1.21	1.00	1.05	1.00	1.00	5.09	1.10	19.71	14.50	5.21	0.51	5	27	29	30	28	100	40	132	91
c	17.00	17.45	17.2	0.4	5	1.21	1.00	1.05	1.00	1.00	6.35	1.10	20.21	14.95	5.26	0.52	6	27	29	30	29	105	48	144	99
c	17.45	17.90	17.7	0.4	3	1.21	1.00	1.05	1.00	1.00	3.80	1.10	20.70	15.40	5.30	0.52	4	26	28	30	28	95	32	120	82
c	17.90	18.35	18.1	0.5	10	1.20	1.00	1.05	1.00	1.00	12.63	1.10	21.20	15.85	5.35	0.52	13	31	31	32	31	140	104	228	157
c	18.35	18.80	18.6	0.4	5	1.20	1.00	1.05	1.00	1.00	6.30	1.10	21.69	16.30	5.39	0.53	6	27	29	30	29	105	48	144	99
c	18.80	19.25	19.0	0.4	1	1.20	1.00	1.05	1.00	1.00	1.26	1.10	22.19	16.75	5.44	0.53	1	24	27	29	27	80	8	84	57
c	19.25	19.70	19.5	0.4	8	1.19	1.00	1.05	1.00	1.00	10.04	1.10	22.68	17.20	5.48	0.54	10	29	30	31	30	125	80	192	132
c	19.70	20.60	20.2	0.9	0	1.19	1.00	1.05	1.00	1.00	0.00	1.10	23.67	18.10	5.57	0.55	0	24	27	29	26	75	0	72	49
c	20.60	21.05	20.8	0.4	0	1.19	1.00	1.05	1.00	1.00	0.00	1.10	24.17	18.55	5.62	0.55	0	24	27	29	26	75	0	72	49
c	21.05	21.50	21.3	0.4	58	1.18	1.00	1.05	1.00	1.00	72.10	1.10	24.66	19.00	5.66	0.56	72	51	41	41	44	325	400	568	431
c	21.50	21.95	21.7	0.4	29	1.18	1.00	1.05	1.00	1.00	35.97	1.10	25.16	19.45	5.71	0.56	36	43	37	38	39	255	288	400	314
c	21.95	22.25	22.1	0.3	12	1.18	1.00	1.05	1.00	1.00	14.86	1.10	25.49	19.75	5.74	0.56	15	32	31	32	32	150	120	252	174
c	22.25	22.40	22.3	0.1	110	1.18	1.00	1.05	1.00	1.00	136.13	1.10	25.65	19.90	5.75	0.56	136	51	41	41	44	325	400	568	431
c	22.40	22.65	22.5	0.3		1.18	1.00	1.05	1.00	1.00		1.10	25.93	20.15	5.78	0.57									
s	22.65	22.85	22.8	0.2	150	1.17	1.00	1.05	1.00	1.00	184.23	1.65	26.26	20.35	5.91	0.58	184	51	41	41	44	325	400	568	431
s	22.85	23.10	23.0	0.3		1.16	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	26.67	20.60	6.07	0.60									
s	23.10	23.30	23.2	0.2	150	1.15	1.00	1.05	1.00	1.00	181.68	1.65	27.00	20.80	6.20	0.61	182	51	41	41	44	325	400	568	431
s	23.30	23.58	23.4	0.3		1.14	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	27.46	21.08	6.38	0.63									
s	23.58	23.75	23.7	0.2	150	1.14	1.00	1.05	1.00	1.00	179.25	1.65	27.74	21.25	6.49	0.64	179	51	41	41	44	325	400	568	431
s	23.75	24.05	23.9	0.3		1.13	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	28.24	21.55	6.69	0.66									
s	24.05	24.20	24.1	0.1	83	1.12	1.00	1.05	1.00	1.00	97.90	1.65	28.49	21.70	6.79	0.67	98	51	41	41	44	325	400	568	431
s	24.20	24.30	24.3	0.1	150	1.12	1.00	1.05	1.00	1.00	176.43	1.65	28.65	21.80	6.85	0.67	176	51	41	41	44	325	400	568	431
s	24.30	24.65	24.5	0.3		1.11	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	29.23	22.15	7.08	0.69									
s	24.65	25.10	24.9	0.5	125	1.10	1.00	1.05	1.00	1.00	143.81	1.65	29.97	22.60	7.37	0.72	144	51	41	41	44	325	400	568	431
s	25.10	25.35	25.2	0.3		1.09	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	30.38	22.85	7.53	0.74									
s	25.35	25.55	25.5	0.2	150	1.08	1.00	1.05	1.00	1.00	170.53	1.65	30.71	23.05	7.66	0.75	171	51	41	41	44	325	400	568	431
s	25.55	25.82	25.7	0.3		1.08	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	31.16	23.32	7.84	0.77									
s	25.82	26.00	25.9	0.2	150	1.07	1.00	1.05	1.00	1.00	168.55	1.65	31.46	23.50	7.96	0.78	169	51	41	41	44	325	400	568	431
s	26.00	26.25	26.1	0.3		1.06	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	31.87	23.75	8.12	0.80									
s	26.25	26.45	26.4	0.2	100	1.06	1.00	1.05	1.00	1.00	111.10	1.65	32.20	23.95	8.25	0.81	111	51	41	41	44	325	400	568	431
s	26.45	26.70	26.6	0.3		1.05	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	32.61	24.20	8.41	0.83									
s	26.70	26.90	26.8	0.2	100	1.05	1.00	1.05	1.00	1.00	109.88	1.65	32.94	24.40	8.54	0.84	110	51	41	41	44	325	400	568	431
s	26.90	27.05	27.0	0.2		1.04	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	33.19	24.55	8.64	0.85									
s	27.05	27.35	27.2	0.3	115	1.04	1.00	1.05	1.00	1.00	125.00	1.65	33.68	24.85	8.83	0.87	125	51	41	41	44	325	400	568	431
s	27.35	27.50	27.4	0.1		1.03	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	33.93	25.00	8.93	0.88									
s	27.50	27.80	27.7	0.3	100	1.02	1.00	1.05	1.00	1.00	107.55	1.65	34.43	25.30	9.13	0.90	108	51	41	41	44	325	400	568	431
s	27.80	27.93	27.9	0.1		1.02	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	34.64	25.43	9.21	0.90									
s	27.93	28.25	28.1	0.3	100	1.01	1.00	1.05	1.00	1.00	106.44	1.65	35.17	25.75	9.42	0.92	106	51	41	41	44	325	400	568	431
s	28.25	28.40	28.3	0.1		1.01	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	35.42	25.90	9.52	0.93									
s	28.40	28.70	28.6	0.3	150	1.00	1.00	1.05	1.00	1.00	158.05	1.65	35.91	26.20	9.71	0.95	158	51	41	41	44	325	400	568	431
s	28.70	28.85	28.8	0.2		1.00	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	36.16	26.35	9.81	0.96									
s	28.85	29.15	29.0	0.3	100	0.99	1.00	1.05	1.00	1.00	104.33	1.65	36.65	26.65	10.00	0.98	104	51	41	41	44	325	400	568	431
s	29.15	29.25	29.2	0.1		0.99	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	36.82	26.75	10.07	0.99									
s	29.25	29.60	29.4	0.4		0.98	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	37.40	27.10	10.30	1.01									
s	29.60	29.75	29.7	0.1	100	0.98	1.00	1.05	1.00	1.00	102.98	1.65	37.64	27.25	10.39	1.02	103	51	41	41	44	325	400	568	431
s	29.75	30.00	29.9	0.3		0.98	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	38.06	27.50	10.56	1.04									
s	30.00	30.05	30.0	0.1		0.97	1.00	1.05	1.00	1.00		1.65	38.14	27.55	10.59	1.04									
s	30.05	30.15	30.1	0.1	150	0.97	1.00	1.05	1.00	1.00	153.17	1.65	38.30	27.65	10.65	1.05	153	51	41	41	44	325	400	568	431

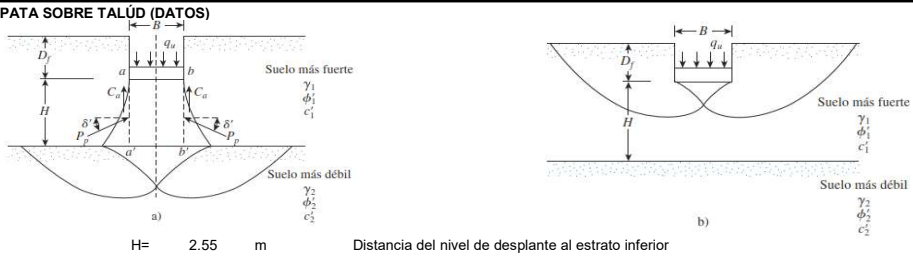
PROYECTO: PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TROLEBÚS IXTAPALUCA
ESTRUCTURA: ESTACIÓN "UES IXTAPALUCA"
DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DE ACUERDO CON LA TEORÍA DE MEYERHOF (1974) Y MEYERHOF Y HANNA (1978)
CAPACIDAD DE CARGA - LOSA DE 4.0 m × 38.0 m
SUELOS ESTRATIFICADOS (SUELO FUERTE SOBRE SUELO DÉBIL)

1.- Propiedades mecánicas

ID	Suelo	SUCS	H_s	g	c	Φ	E	v
			m	t/m^3	t/m^2	[°]	t/m^2	[1]
UG-1	Costra superficial	CH	3.15	1.38	1.10	6.00	80.00	0.40
UG-2	Arcilla Compre.	CH	11.25	1.10	1.50	3.00	340.00	0.45

H_s= Espesor del estrato
g= peso volumétrico, en t/m^3
c= cohesión, en t/m^2
Φ= ángulo de fricción
E= módulo de elasticidad
v= módulo de Poisson

2.- ZAPATA SOBRE TALÚD (DATOS)



H=	2.55	m	Distancia del nivel de desplante al estrato inferior
Df =	0.60	m	Profundidad de desplante
B =	5.60	m	Ancho de cimentación
L =	12.20	m	Largo de cimentación
A=	68.32	m^2	Área contacto
Df/B =	0.11		
Df/B =	0.107		
β =	0.00	°	angulo de inclinación de la carga respecto a la vertical

3.- CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA PARA FALLA POR CORTANTE GENERAL

$$q_u = q_b + \frac{2c_a H}{B} + \gamma_1 H^2\left(1 + \frac{2D_f}{H}\right)\frac{K_s \tan \emptyset'_1}{B} - \gamma_1 H \leq q_t$$

q_t=	52.19	capacidad de carga estrato fuerte	q_u=	43.28	capacidad de carga última
q_b=	45.05	capacidad de carga estrato fuerte	Fr=	0.35	factor de resistencia
Ca=	1.10	cohesión	q_{adm}=	15.15	capacidad de carga admisible
ϕ=	6.00	ángulo de fricción interna			
H=	2.55	Distancia del nivel de desplante al estrato inferior			
B=	5.60	Ancho de cimentación			
γ_1=	1.38	peso volumétrico, en t/m^3			
D_f=	0.60	Profundidad de desplante			
K_s=	3.02	Coeficiente de corte por punzonamiento			

3.2 Determinación del la capacidad de carga de los estratos fuerte y débil

$$q_t = c_1 N_{C(1)} F_{cs(1)} + \gamma_1 D_f N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2}\gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)}$$

$N_{c(1)}$=	6.81	Factor de carga	$N_{c(2)}$=	5.90	Factor de carga
$F_{cs(1)}$=	2.82	Factor de forma	$F_{cs(2)}$=	3.07	Factor de forma
$F_{cd(1)}$=	1.50	Factor de profundidad	$F_{cd(2)}$=	1.44	Factor de profundidad
$F_{ci(1)}$=	1.00	Factor de inclinación	$F_{ci(2)}$=	1.00	Factor de inclinación
$N_{q(1)}$=	1.72	Factor de carga	$N_{q(2)}$=	1.31	Factor de carga
$F_{qs(1)}$=	1.05	Factor de forma	$F_{qs(2)}$=	1.05	Factor de forma
$F_{qd(1)}$=	1.21	Factor de profundidad	$F_{qd(2)}$=	1.10	Factor de profundidad
$F_{qi(1)}$=	1.00	Factor de inclinación	$F_{qi(2)}$=	1.00	Factor de inclinación
$N_{\gamma(1)}$=	0.57	Factor de carga	$N_{\gamma(2)}$=	0.24	Factor de carga
$F_{\gamma s(1)}$=	0.82	Factor de forma	$F_{\gamma s(2)}$=	0.82	Factor de forma
$F_{\gamma d(1)}$=	1.00	Factor de profundidad	$F_{\gamma d(2)}$=	1.00	Factor de profundidad
$F_{\gamma i(1)}$=	1.00	Factor de inclinación	$F_{\gamma i(2)}$=	1.00	Factor de inclinación
q_t=	52.19	t/m^2	q_b=	45.05	t/m^2

$$q_b = c_2 N_{C(2)} F_{cs(2)} + \gamma_2 (D_f + H) N_{q(1)} F_{qs(2)} + \frac{1}{2}\gamma_2 B N_{\gamma(2)} F_{\gamma s(2)}$$

PROYECTO: PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TROLEBÚS IXTAPALUCA
ESTRUCTURA: ESTACIÓN "UES IXTAPALUCA"
DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DE ACUERDO CON LA TEORÍA DE MEYERHOF (1974) Y MEYERHOF Y HANNA (1978)
CAPACIDAD DE CARGA - LOSA DE 4.0 m × 38.0 m
SUELOS ESTRATIFICADOS (SUELO FUERTE SOBRE SUELO DÉBIL)

3.1 Determinación del coeficiente de corte por punzonamiento K_s

Capacidad de carga última suelo 1

$$q_1 = c_1 N_{c(1)} + \frac{1}{2}\gamma_1 B N_{\gamma(1)}$$

c_1=	1.100
$N_{c(1)}$=	6.810
γ_1=	1.380
B=	5.600
$N_{\gamma(1)}$=	0.570
q_1=	9.693

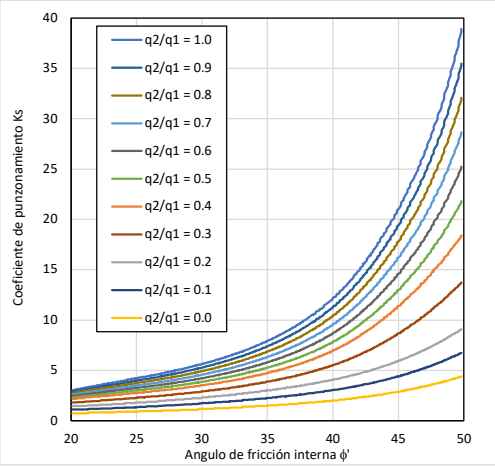
Capacidad de carga última suelo 2

$$q_2 = c_2 N_{c(2)} F_{cs(2)} + \frac{1}{2}\gamma_2 B N_{\gamma(2)}$$

c_2=	1.50
$N_{c(2)}$=	5.90
γ_2=	1.10
B=	5.60
$N_{\gamma(2)}$=	0.24
q_2=	9.59

Relación q_1 / q_2 = 1.0

Ks= 3.02 Coeficiente de corte por punzonamiento



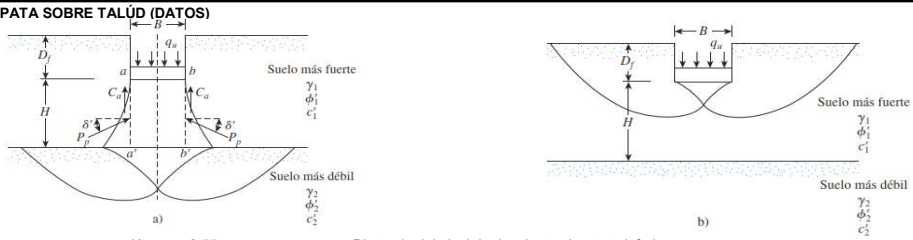
PROYECTO: PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TROLEBÚS IXTAPALUCA
ESTRUCTURA: ESTACIÓN "UES IXTAPALUCA"
DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DE ACUERDO CON LA TEORÍA DE MEYERHOF (1974) Y MEYERHOF Y HANNA (1978)
CAPACIDAD DE CARGA - LOSA DE 5.8 m × 34.7 m
SUELOS ESTRATIFICADOS (SUELO FUERTE SOBRE SUELO DÉBIL)

1.- Propiedades mecánicas

ID	Suelo	SUCS	H_s	g	c	Φ	E	v
			m	t/m^3	t/m^2	[°]	t/m^2	[1]
UG-1	Costra superficial	CH	3.15	1.38	1.10	6.00	80	0.400
UG-2	Arcilla Compre.	CH	11.25	1.10	1.50	3.00	340	0.450

H_s= Espesor del estrato
γ= peso volumétrico, en t/m^3
c= cohesión, en t/m^2
Φ= ángulo de fricción
E= módulo de elasticidad
v= módulo de Poisson

2.- ZAPATA SOBRE TALÚD (DATOS)



H=	2.55	m	Distancia del nivel de desplante al estrato inferior
Df =	0.60	m	Profundidad de desplante
B =	5.60	m	Ancho de cimentación
L =	40.00	m	Largo de cimentación
A=	224.00	m^2	Área contacto
Df/B =	0.11		
Df/B =	0.107		
β =	0.00	°	angulo de inclinación de la carga respecto a la vertical

3.- CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA PARA FALLA POR CORTANTE GENERAL

$$q_u = q_b + \frac{2c_a H}{B} + \gamma_1 H^2\left(1 + \frac{2D_f}{H}\right)\frac{K_s \tan \emptyset'_1}{B} - \gamma_1 H \leq q_t$$

q_t=	32.80	capacidad de carga estrato fuerte	q_u=	24.85	capacidad de carga última
q_b=	26.62	capacidad de carga estrato fuerte	Fr=	0.35	factor de resistencia
Ca=	1.10	cohesión	q_{adm}=	8.70	capacidad de carga admisible
f=	6.00	ángulo de fricción interna			
H=	2.55	Distancia del nivel de desplante al estrato inferior			
B=	5.60	Ancho de cimentación			
γ_1=	1.38	peso volumétrico, en t/m^3			
D_f=	0.60	Profundidad de desplante			
K_s=	3.02	Coeficiente de corte por punzonamiento			

3.2 Determinación del la capacidad de carga de los estratos fuerte y débil

$$q_t = c_1 N_{C(1)} F_{cs(1)} + \gamma_1 D_f N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2}\gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)}$$

$N_{c(1)}$=	6.81	Factor de carga
$F_{cs(1)}$=	1.55	Factor de forma
$F_{cd(1)}$=	1.50	Factor de profundidad
$F_{ci(1)}$=	1.00	Factor de inclinación
$N_{q(1)}$=	1.72	Factor de carga
$F_{qs(1)}$=	1.01	Factor de forma
$F_{qd(1)}$=	1.21	Factor de profundidad
$F_{qi(1)}$=	1.00	Factor de inclinación
$N_{\gamma(1)}$=	0.57	Factor de carga
$F_{\gamma s(1)}$=	0.94	Factor de forma
$F_{\gamma d(1)}$=	1.00	Factor de profundidad
$F_{\gamma i(1)}$=	1.00	Factor de inclinación
q_t=	32.80	t/m^2

$$q_b = c_2 N_{C(2)} F_{cs(2)} + \gamma_2 (D_f + H) N_{q(1)} F_{qs(2)} + \frac{1}{2}\gamma_2 B N_{\gamma(2)} F_{\gamma s(2)}$$

$N_{c(2)}$=	5.90	Factor de carga
$F_{cs(2)}$=	1.63	Factor de forma
$F_{cd(2)}$=	1.44	Factor de profundidad
$F_{ci(2)}$=	1.00	Factor de inclinación
$N_{q(2)}$=	1.31	Factor de carga
$F_{qs(2)}$=	1.01	Factor de forma
$F_{qd(2)}$=	1.10	Factor de profundidad
$F_{qi(2)}$=	1.00	Factor de inclinación
$N_{\gamma(2)}$=	0.24	Factor de carga
$F_{\gamma s(2)}$=	0.94	Factor de forma
$F_{\gamma d(2)}$=	1.00	Factor de profundidad
$F_{\gamma i(2)}$=	1.00	Factor de inclinación
q_b=	26.62	t/m^2

PROYECTO: PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TROLEBÚS IXTAPALUCA
ESTRUCTURA: ESTACIÓN "UES IXTAPALUCA"
DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DE ACUERDO CON LA TEORÍA DE MEYERHOF (1974) Y MEYERHOF Y HANNA (1978)
CAPACIDAD DE CARGA - LOSA DE 5.8 m × 34.7 m
SUELOS ESTRATIFICADOS (SUELO FUERTE SOBRE SUELO DÉBIL)

3.1 Determinación del coeficiente de corte por punzonamiento K_s

Capacidad de carga última suelo 1

$$q_1 = c_1 N_{c(1)} + \frac{1}{2}\gamma_1 B N_{\gamma(1)}$$

c_1=	1.100
$N_{c(1)}$=	6.810
γ_1=	1.380
B=	5.600
$N_{\gamma(1)}$=	0.570
q_1=	9.693

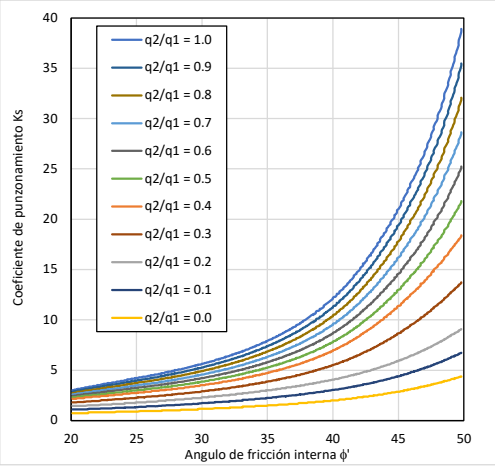
Capacidad de carga última suelo 2

$$q_2 = c_2 N_{c(2)} F_{cs(2)} + \frac{1}{2}\gamma_2 B N_{\gamma(2)}$$

c_2=	1.50
$N_{c(2)}$=	5.90
γ_2=	1.10
B=	5.60
$N_{\gamma(2)}$=	0.24
q_2=	9.59

Relación q_1 / q_2 = 1.0

Ks= 3.02 Coeficiente de corte por punzonamiento



PROYECTO: PROYECTO EJECUTIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TROLEBÚS IXTAPALUCA
ESTRUCTURA: ESTACIÓN "UES IXTAPALUCA"
DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL
MÓDULOS DE REACCIÓN VERTICAL

1.- Propiedades mecánicas

ID	Suelo	SUCS	H_s	g	c	Φ	E	v
			m	t/m^3	t/m^2	[°]	t/m^2	[1]
UG-1	Costra superficial	CH	3.15	1.38	1.10	6.00	80.00	0.40
UG-2	Arcilla Compre.	CH	11.25	1.10	1.50	3.00	340.00	0.45

H_s= Espesor del estrato
g= peso volumétrico, en t/m^3
c= cohesión, en t/m^2
Φ= ángulo de fricción
E= módulo de elasticidad
v= módulo de Poisson

2.- Resumen de asentamientos (determinados en Settle 3)

Intervalo	Asentamientos totales en losas (cm)			Distorsiones
(días)	Losa Cuartos de mampostería	Losa andén	Diferencial	
Inmediato	12.17	9.34	2.83	0.001
1	12.78	9.93	2.85	0.001
10	13.92	11.01	2.91	0.001
100	15.66	12.54	3.13	0.001
500	16.23	12.99	3.23	0.001
1000	16.64	13.33	3.31	0.001
3600	17.82	14.31	3.52	0.001

2.- Módulos de reacción vertical

Intervalo	Descarga estructural en la losa (t/m^2)		Asentamientos en losas (cm)		Módulos de reacción en losas (t/m^3)	
(días)	Losa Cuartos de mampostería	Losa andén	Losa Cuartos de mampostería	Losa andén	Losa Cuartos de mampostería	Losa andén
Inmediato	2.8	2.04	12.17	9.34	23.02	21.85
1			12.78	9.93	21.90	20.54
10			13.92	11.01	20.11	18.53
100			15.66	12.54	17.88	16.27
500			16.23	12.99	17.26	15.70
1000			16.64	13.33	16.83	15.30
3600			17.82	14.31	15.71	14.26

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PROYECTO EJECUTIVO

INFORME.

ESTUDIO GEOTÉCNICO CIMENTACIÓN DE ESTACIÓN “UES IXTAPALUCA”

KM 2+956.78 A KM 3+002.43

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

2026-MAYO

Nombre del Proyecto:	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	
CLAVE:	IX-T01-TREN-02-E03-INF-PR_GEE-0001-S00.docx	
Realizado por:	ATP	Fecha: 22-MAY-2025
Revisado por:	CCV	Fecha: 22-MAY-2025
Aprobado por:	MTC	Fecha: 22-MAY-2025
No de Revisión	**Descripción**	**Páginas**
0A	Emisión Inicial	34

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN. 6
OBJETIVO 6
Objetivo general. 6
Objetivos específicos. 6
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
Ubicación general. 7
Ubicación particular. 8
Descripción general de la estructura 9
Normativa de referencia. 10
METODOLOGÍA DE TRABAJO 10
Criterios de diseño para Campaña de exploración geotécnica 11
Criterios de diseño geotécnico en cimentaciones superficiales 11
TRABAJOS DE EXPLORACIÓN DE CAMPO 13
Ejecución de sondeos mixtos mediante la técnica de penetración estándar (SPT) 13
Ensayos de laboratorio 13
INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA 14
Estratigrafía 14
Modelo geotécnico 14
Condiciones sísmicas 16
METODOLOGÍA DE CÁLCULO 18
Capacidad de carga en cimentaciones superficiales desplantadas sobre suelos estratificados 18
Asentamientos 21
Módulos de reacción vertical 21
DISEÑO Y ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE CIMENTACIÓN 22
Propuesta de cimentación 22
Análisis de capacidad de carga 23
Revisión de estado límite de falla 25

Análisis de asentamientos 26
Revisión por estado límite de servicio 29
Módulos de reacción vertical 30
CONCLUSIONES 31
RECOMENDACIONES 31
Anexo – Referencias/Bibliografía 34

Preparado para:

CLIENTE
DIRECCIÓN
Tels.
INTERNET:

Preparado por:

[redacted]

Copyright © 2025

Los documentos oficiales de esta entrega son los documentos no editables PDF.
Los documentos en formato editable no se considerarán documentos contractuales oficiales, sólo se proporcionarán como un complemento para cumplir con lo establecido por la SICT o a solicitud del Cliente. Estos archivos electrónicos son susceptibles de ser corrompidos o modificados, ya sea intencionalmente o no y ante eso Lógica Ferroviaria del Pacífico S.A. de C.V no se hace responsable, así como del uso de software u otros sistemas electrónicos en los que se puedan colocar o utilizar estos archivos.

INTRODUCCIÓN.

El presente informe tiene como finalidad presentar los resultados del levantamiento geológico realizado a lo largo del trazo propuesto para la línea de trolebús en la Ciudad de México, con el propósito de caracterizar las condiciones geológicas superficiales y subsuperficiales del área de estudio.

La zona se ubica dentro de la Cuenca de México, una región con una compleja evolución geológica dominada por procesos volcánicos y lacustres, que han dado lugar a la presencia de depósitos de alta variabilidad litológica y comportamiento mecánico heterogéneo.

El estudio se desarrolló con base en información existente del Servicio Geológico Mexicano, complementada con trabajos de reconocimiento de campo y análisis geológico del trazo.

OBJETIVO.

Objetivo general.

Caracterizar las condiciones geológicas del trazo del proyecto mediante la identificación, descripción e interpretación de las unidades litológicas presentes, con el fin de establecer un modelo geológico del subsuelo. De igual manera, definir el tipo de cimentación adecuada a las solicitaciones estructurales.

Objetivos específicos.

- Describir la metodología para el diseño y cálculo de la cimentación en la Estación “UES IXTAPALUCA”.
- Identificar, describir y caracterizar las unidades geotécnicas presentes en el sitio de construcción de la estación ““UES IXTAPALUCA””, con coordenadas 510,334.00 m E, 2,133,906.00 m N de la zona 14Q. Asimismo, identificar la distribución espacial de estas unidades geotécnicas.
- Establecer una solución de cimentación adecuada mediante la cual sean satisfechas las revisiones de estados límites de falla y de servicio.
- Plantear las recomendaciones constructivas para la solución de cimentación definida.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Ubicación general.

El trazo del proyecto se localiza en el municipio de Ixtapaluca, en la porción oriental de la Zona Metropolitana del Valle de México. El corredor se desarrolla a lo largo de un eje urbano–periurbano, atravesando zonas con distintos grados de urbanización y siguiendo principalmente infraestructura vial existente.

El trazo del proyecto se ubica aproximadamente entre las coordenadas 508,201.84 m E y 2,133,229.59 m N (inicio) y 514831.42 m E y 2135853.30 m N (fin), con una longitud aproximada de 9.5 km.

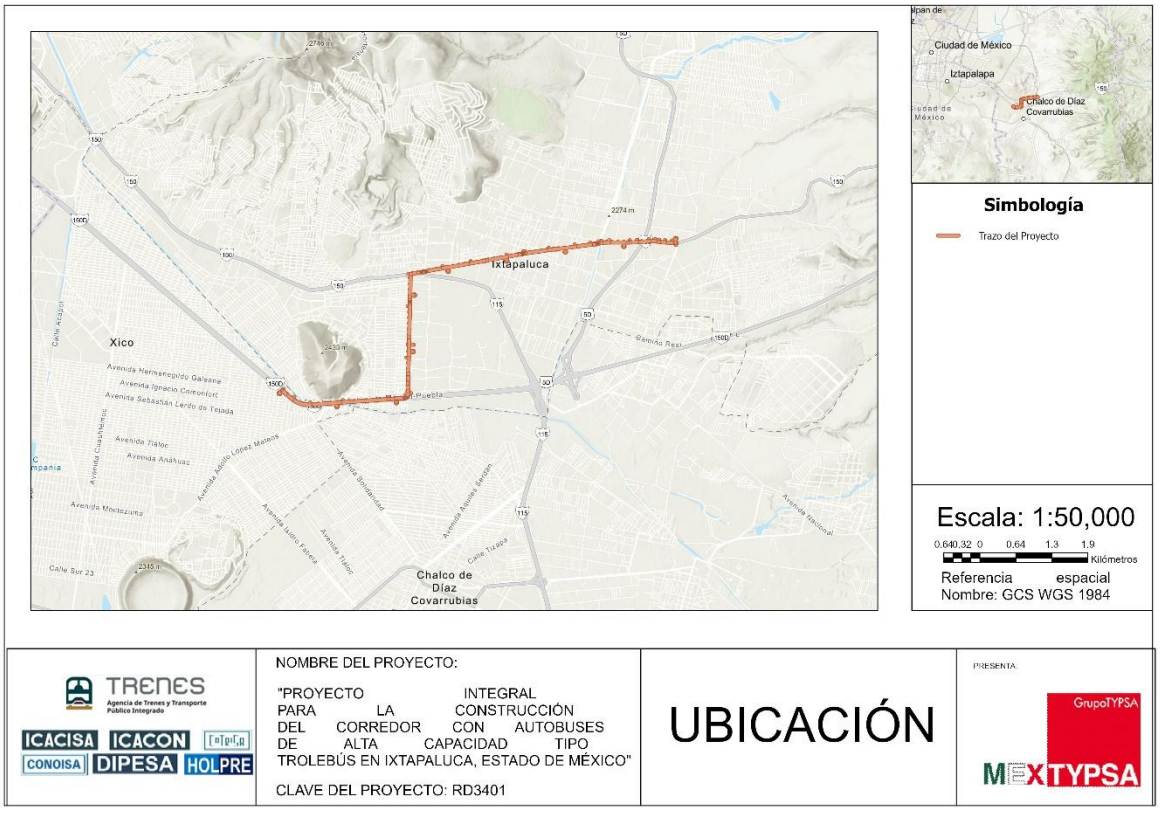


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de proyecto.

La zona en particular de análisis se encuentra dentro de la zonificación establecida en las normas técnicas complementarias de diseño de cimentaciones en el reglamento de construcciones de la CDMX (2023). Es de particular interés la presencia del eje de proyecto en la zona de lago y en la zona de transición. En la figura 2 se muestra la localización del proyecto en la zonificación mencionada.

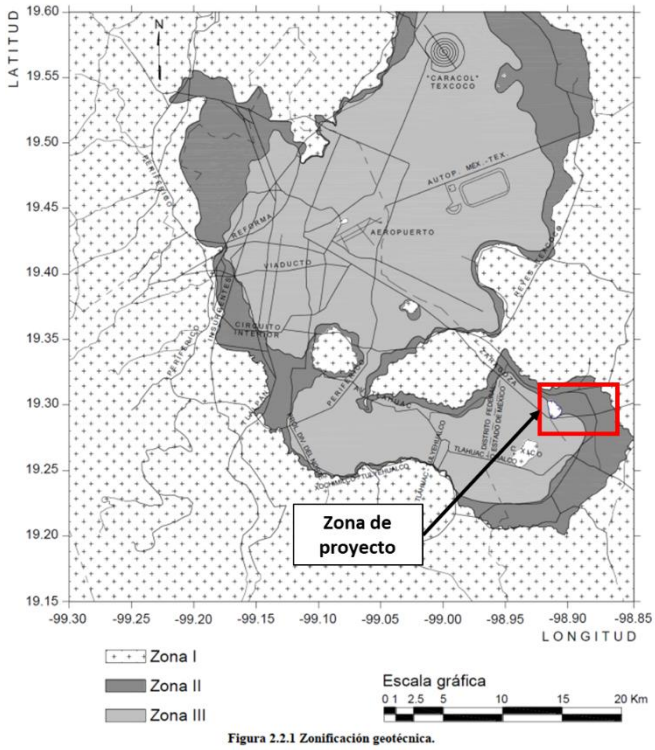


Figura 2. Ubicación de la zona de proyecto. Modificado a partir de (NTC-DC 2023).

Particularmente, las coordenadas de esta estación, indican que se encuentra desplantada en la Zona III.

Ubicación particular.

De forma particular, la estación “UES IXTAPALUCA”, se encuentra sobre la Autopista México – Puebla, entre los cadenamientos 2+900 y 3+000 del trazo. En la figura 3 se muestra la ubicación particular de esta estructura.



Figura 3. Ubicación de la estación "UES IXTAPALUCA"

Descripción general de la estructura

La estructura analizada, consiste en una estación de paso, destinada al ascenso y descenso de pasajeros en las unidades de transporte público. Cuenta con un ancho de 5.2 m y una longitud de 52.2 m. Dentro de esta sección se consideran dos carriles de circulación vehicular, cada uno con un ancho de 3.60 m, destinados al tránsito de las unidades de transporte. El área restante se destina a la circulación peatonal, así como a la ubicación de cuartos de vigilancia y cuartos eléctricos. La figura 4 muestra el esquema conceptual de dicha infraestructura.

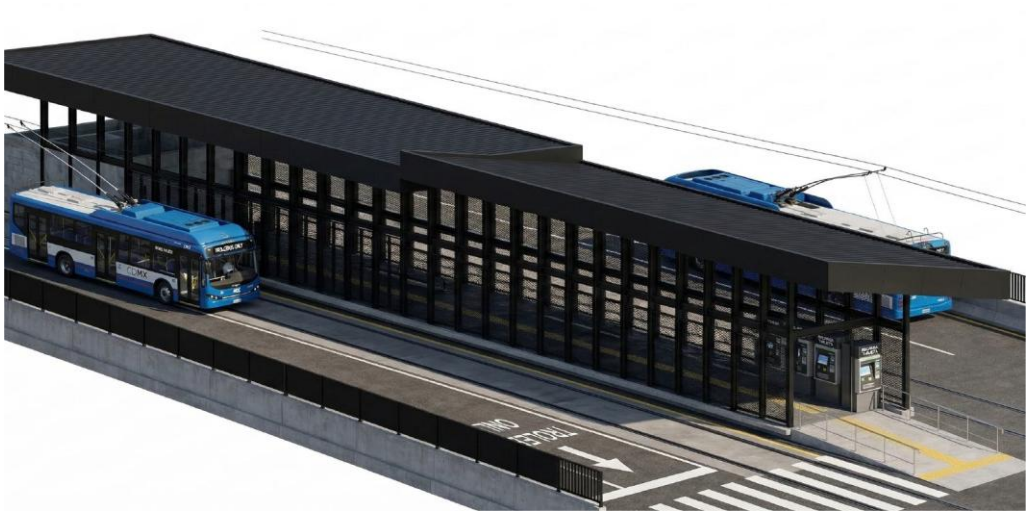


Figura 4. Vista esquemática de la estación "UES IXTAPALUCA"

Normativa de referencia.

Para el diseño y revisión de esta infraestructura, se emplea la Norma Técnica Complementaria para Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcciones de la Ciudad de México, en su edición 2023, así como la Norma Técnica Complementaria Sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de la Edificaciones, en su edición 2023.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

El presente estudio geotécnico se desarrolló bajo un esquema de proyecto tipo *fast track*, en el cual el diseño de la cimentación profunda se realiza de manera paralela al desarrollo y complementación de la información de campo y laboratorio. En este sentido, la metodología adoptada tiene como objetivo proporcionar, en una primera etapa, los parámetros y verificaciones mínimas necesarias para el diseño preliminar y constructivo de las losas de cimentación, manteniendo la posibilidad de ajuste y optimización conforme se disponga de información adicional. A continuación, se describen los criterios de diseño empleados en cada fase de trabajos.

Criterios de diseño para Campaña de exploración geotécnica

Se diseñó e implementó una campaña de exploración geotécnica orientada a caracterizar la estratigrafía, condiciones de resistencia y deformabilidad del subsuelo en la zona de desplante de la cimentación de la Estación “UES IXTAPALUCA”. Dicha campaña incluyó:

- **Sondeos de penetración estándar (SPT) y pozos a cielo abierto (PCA)**, ejecutados conforme a normativa aplicable.
- **Obtención de muestras** en los estratos de interés, mediante técnicas adecuadas, con el fin de evaluar propiedades índice, mecánicas y de deformabilidad.
- **Exploración geofísica**, consistente en:
    - **Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)**, para la identificación de contrastes litológicos y continuidad de unidades estratigráficas a profundidad.
    - **Ensaye Down Hole**, para la determinación de velocidades de onda de corte (Vs) y estimación de propiedades dinámicas del suelo.

Criterios de diseño geotécnico en cimentaciones superficiales

Para el diseño de la cimentación superficial en la Estación “UES IXTAPALUCA”, mediante una losa de cimentación, se establecen los siguientes criterios técnicos.

Modelo geotécnico del subsuelo

Con base en la exploración geotécnica, se define un perfil estratigráfico idealizado compuesto por las unidades principales: El comportamiento mecánico de cada estrato se modelará de manera independiente, considerando sus propiedades índice, resistencia y deformabilidad obtenidas mediante ensayes de campo y laboratorio.

Tipo de cimentación y consideraciones constructivas

Se adoptará el uso de **losas de cimentación,** con base en los siguientes criterios.

- La magnitud y naturaleza de las solicitaciones estructurales
- Las condiciones estratigráficas del sitio.
- La funcionalidad y factibilidad constructiva.

La losa de cimentación se proyectará desplantada a una profundidad de 0.60 m a partir del Nivel de Piso Terminado (NPT) de la estación. Sujeta a verificación estructural y geotécnica.

Mecanismo de resistencia
La capacidad de carga de la losa de cimentación se evalúa mediante la metodología de Meyerhof (1974) y Meyerhof y Hana (1978). Esta metodología permite determinar la capacidad de carga de una cimentación desplantada sobre suelos estratificados en una secuencia suelo fuerte – suelo débil considerando los siguientes escenarios.

- Asumiendo una superficie de falla en el estrato inferior (suelo débil).
- Asumiendo que la superficie de falla permanece en el primer estrato.

Evaluación de asentamientos
El asentamiento total de la losa de cimentación se estimará considerando:

- Asentamiento a corto plazo (asentamientos elásticos).
- Asentamiento total a largo plazo
- Asentamientos diferenciales y distorsiones: debido a la naturaleza de las solicitaciones estructurales, estas no tienen un valor uniforme a lo largo de la cimentación, por lo que se presentarán asentamientos diferenciales. Se considera entonces, indispensable la evaluación de la magnitud de estos y de la correspondiente distorsión.

Análisis de interacción suelo – estructura
Para la cimentación superficial, se determinará el módulo de reacción vertical, con base en la descarga estructural y los asentamientos calculados.

Factores de diseño
Las resistencias geotécnicas se evaluarán bajo el enfoque de **diseño de factores de reducción (NTC-DC-CDMX)**, aplicando factores de resistencia acordes al método de cálculo, tipo de suelo y nivel de incertidumbre.

Recomendaciones constructivas
Con base en la solución de cimentación propuesta, se establecerán recomendaciones para el correcto desarrollo del proceso constructivo.

TRABAJOS DE EXPLORACIÓN DE CAMPO

Ejecución de sondeos mixtos mediante la técnica de penetración estándar (SPT)

Con base en las características de la infraestructura objeto de análisis, se ha planteado caracterizar la secuencia estratigráfica mediante un sondeo profundo con nomenclatura SPT-E-2, con una profundidad máxima de exploración de 30.0 m. Donde se combina la prueba de penetración estándar (ASTM D1586) con la recuperación de muestras alteradas e inalteradas. En la tabla 1 se resumen las características de este sondeo.

Sondeo	COORDENADAS WGS84 14Q		Profundidad (m)
	X (m)	Y (m)	
SPT-E-2	510,333.00 m E	2,133,915.00 m N	30.15
PCA-07	510,332.00 m E	2,133,955.00 m N	2.50

Tabla 1. Ubicación y profundidad de los trabajos de exploración de campo.

Ensayos de laboratorio

A partir de las muestras extraídas en los sondeos de exploración se realiza una serie de estudios para caracterizar los materiales presentes en el subsuelo y asignar propiedades mecánicas y de deformación. En la tabla 2 se resumen las pruebas de laboratorio realizadas, así como la normativa de referencia para su ejecución.

Categoría	Prueba	ASTM	Normativa México
PI	Contenido de humedad	D2216	SCT M-MMP-1-01
PI	Peso específico de sólidos	D854	SCT M-MMP-1-02
PI	Granulometría (tamizado)	D6913	SCT M-MMP-1-04
PI	Límites de Atterberg	D4318	SCT M-MMP-1-07
CI	SUCS	D2487	
CI	Visual-manual	D2488	
PV	Peso volumétrico natural	D7263	SCT
PV	Peso volumétrico seco	D7263	SCT
PV	Peso volumétrico saturado	D7263	SCT
PV	Peso volumétrico suelto	C29/C29M	NMX-C-073
PV	Densidad relativa	D4254	SCT
R	Corte directo	D3080	SCT M-MMP-1-11
R	Triaxial UU	D2850	Uso común

Categoría	Prueba	ASTM	Normativa México
R	Triaxial CU	D4767	Uso común
R	Triaxial CD	D7181	Uso común
Cons	Consolidación unidimensional	D2435	SCT M-MMP-1-13
Químicos	pH	D4972	NMX-AA
Químicos	Sulfatos	D516/C1580	NMX-AA
Químicos	Cloruros	D512	NMX-AA
Químicos	Carbonatos	D4373	NMX-AA

Nota: PI= Propiedades índice, PV= Peso volumétrico, Cl= Clasificación, R=Resistencia, Cons= Consolidación y Q= Química.

Tabla 2. Pruebas de laboratorio realizadas y normativa aplicable.

INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA

Estratigrafía

Con base en la integración de la información geológica disponible y la interpretación geotécnica efectuada en la campaña geotécnica, se definió la estratigrafía de la zona donde se ubica la estructura analizada. A continuación, se describen las unidades geotécnicas interpretadas.

- UG-1: Costra superficial: compuesta por limos de color café claro de alta plasticidad, con intercalaciones de baja plasticidad. La consistencia del material es firme a muy firme con rangos de penetración estándar de 10 hasta 30 golpes. Su espesor promedio es de 3.15 m.
- UG-2: Arcilla de alta plasticidad, de consistencia muy blanda a blanda. Su espesor es aproximadamente de 19m. Presenta un lente/intercalación de arena con textura fina color gris oscuro y de ceniza volcánica, de compacidad media, entre los 11 y 12 m.
- UG-3 Depósitos de arena: estrato formado por arena limosa de color café. La textura de la arena es muy fina. La compacidad de este material es muy densa con números de golpes por encima de los 50.

Modelo geotécnico

Con base en la secuencia estratigráfica definida en el sondeo SPT-E-2, se plantea el modelo geotécnico de la tabla 3.

SPT-E-03 "UES Ixtapaluca"									
UG	**Descripción**	**De (m)**	**A (m)**	**Espesor**	**γ(t/m^3)**	**c_u (t/m^2)**	**Φ(°)**	**E(t/m^2)**	**v**
UG1	Costra superficial.	0.00	3.15	3.15	1.35	1.10	6.00	80	0.40
UG2	Arcilla de alta plasticidad.	3.15	11.25	8.10	1.10	1.50	3.00	340	0.45
UG2a	Lente	11.25	12.15	0.90	1.30	1.00	10.00	1000	0.36
UG2	Arcilla de alta plasticidad.	12.15	22.25	10.10	1.10	1.50	3.00	340	0.45
UG3	Depósitos de arena	22.25	30.15	7.90	0.38	0.00	6.00	2500	0.33

Donde: γ = peso volumétrico del material, c = resistencia al corte no drenada, ϕ = ángulo de fricción aparente, E =módulo de elasticidad, ν = relación de Poisson.

Tabla 3. Modelo geotécnico para el análisis de la cimentación de la estación "UES IXTAPALUCA"

SPT-E-03 "UES Ixtapaluca"									
UG	**Descripción**	**De (m)**	**A (m)**	**Espesor**	**e_0 [1]**	**σ_p [t/m^2]**	**C_c [m^2/t]**	**C_r [m^2/t]**	**k [m/s]**
UG1	Costra superficial.	0.00	3.15	3.15	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
UG2	Arcilla de alta plasticidad.	3.15	11.25	8.10	1.33	5.20	3.40	0.35	3.04E-07
	Lente	11.25	12.15	0.90	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
UG2	Arcilla de alta plasticidad.	12.15	22.25	10.10	1.33	5.20	3.40	0.35	3.04E-07
UG3	Depósitos de arena	22.25	30.15	7.90	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Donde: σ_p = esfuerzo de preconsolidación, e_0 =relación de vacíos inicial, C_c = coeficiente de compresión, C_r = coeficiente de recompresión y k= permeabilidad.

Tabla 4. Parámetros de deformación para el análisis de la consolidación de la estación "UES IXTAPALUCA"

Condiciones sísmicas

La información sísmica se obtuvo a partir del programa PRODISIS de la CFE, donde se obtiene el valor de la aceleración máxima a nivel del terreno y el espectro de diseño específico de la estructura, lo anterior de acuerdo con las recomendaciones de diseño sísmico contenidas en el Capítulo de Diseño por Sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE (CDS-MDOC 2015).

De acuerdo con la zonificación sísmica de la figura 5, el sitio de estudio se encuentra en la zona C.

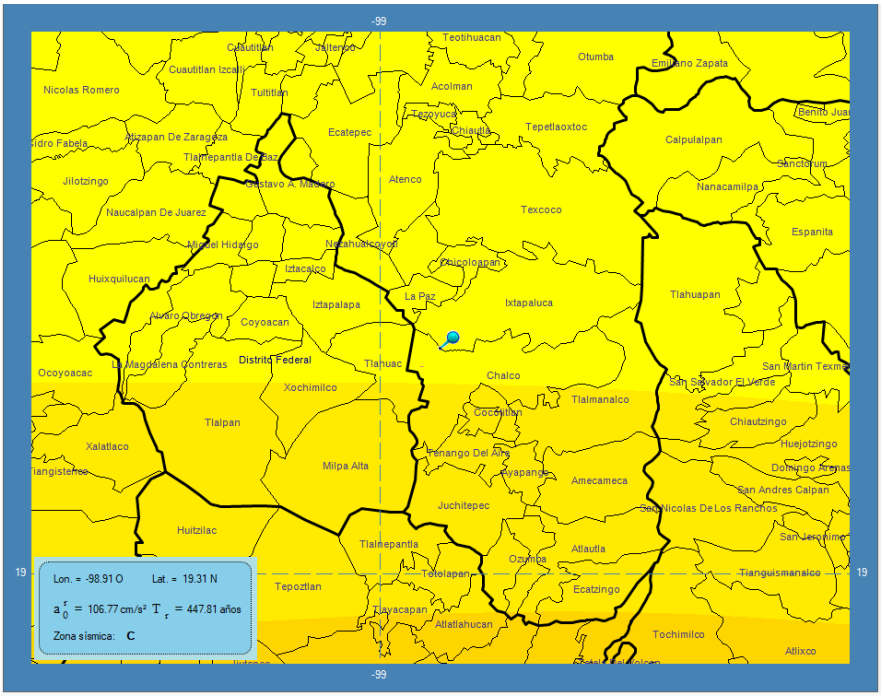


Figura 5. Zonificación sísmica

El espectro de diseño se obtuvo considerando suelo tipo II e importancia estructural A, obteniendo una aceleración pico del terreno de $a_0 = 0.38$. Posteriormente, en la ventana “Estructuras y Amortiguamiento” se modificó al espectro anterior por los efectos de sitio y factores que toman en cuenta las propiedades de ductilidad, sobrerresistencia, redundancia y amortiguamiento. Para el caso específico de esta estación, se manejó un valor de $Q = 1, R_0 = 1.5$ y un amortiguamiento del 5%. Con

estas modificaciones la nueva aceleración pico del terreno es $a_0 = 0.155$. La figura 6 muestra el espectro de diseño transparente regional.

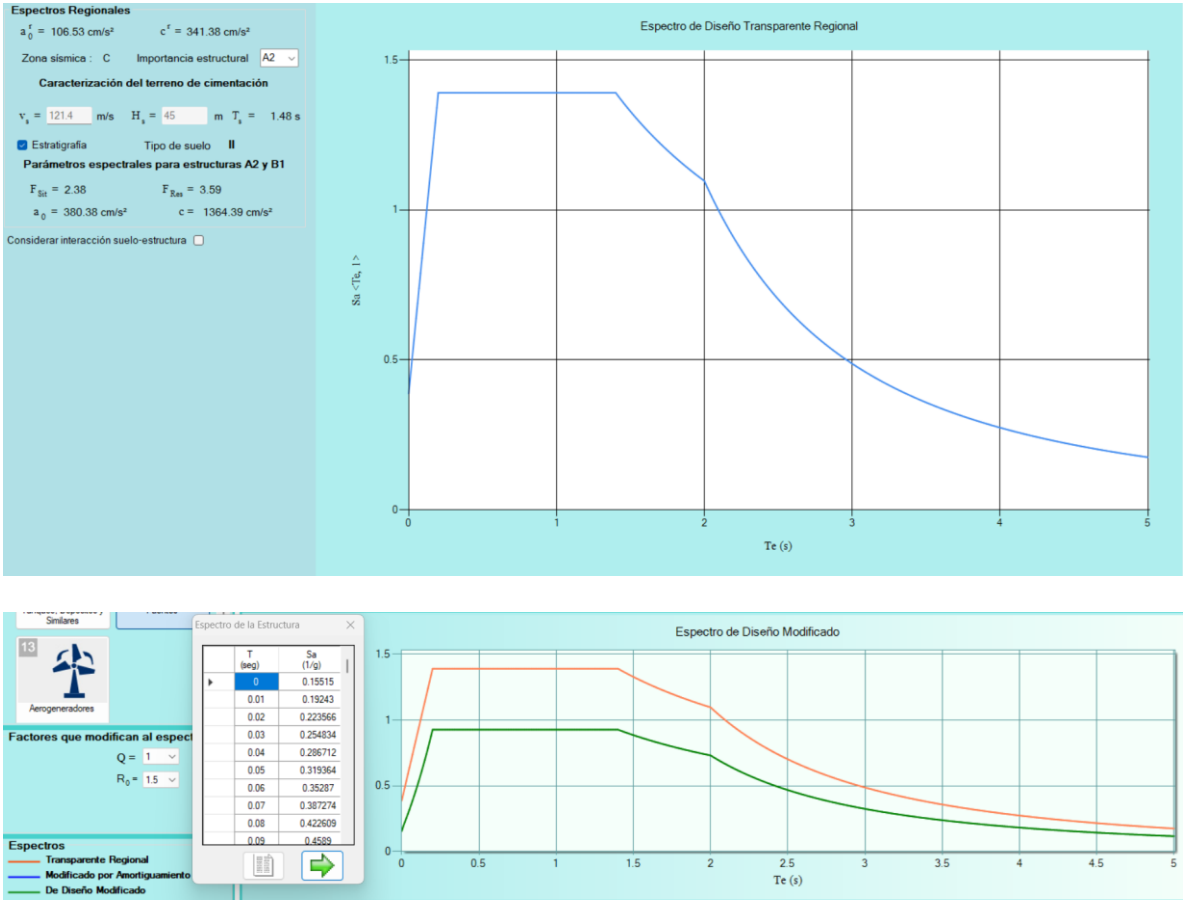


Figura 6. Espectro de diseño transparente Regional (PRODISIS).

El coeficiente sísmico horizontal k_h, normalizado con respecto a la aceleración de la gravedad, estará dado por:

$$k_h = \frac{a(0,\beta)}{1 + 2a(0,\beta)} \qquad \textbf{Ec. 1}$$

Donde:

- $a(0,\beta)$ es la aceleración máxima del terreno normalizada, evaluada en $T_e = 0$.

De acuerdo a los datos de PRODISIS obtenidos, el valor del coeficiente horizontal es igual a 0.118.

METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Capacidad de carga en cimentaciones superficiales desplantadas sobre suelos estratificados

A partir del modelo geotécnico de la tabla 3, se observa un suelo estratificado en una secuencia suelo fuerte – suelo débil. Derivado de esta secuencia, se emplea la metodología de cálculo siguiente.

En perfiles de suelo estratificados la superficie de falla a carga última se puede extender a través de dos o más estratos de suelo, como se muestra en la figura 7

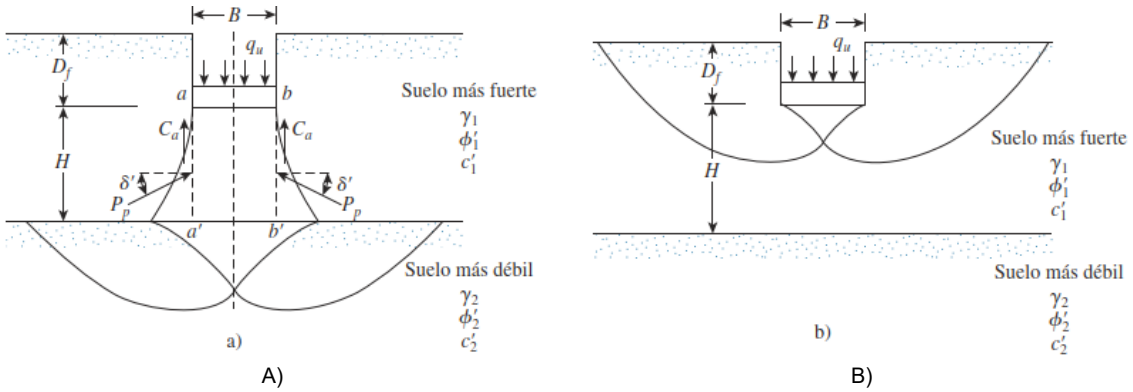


Figura 7. Casos para la determinación de capacidad de carga de una cimentación continua sobre un suelo estratificado. A) La relación H/B es pequeña y se producirá una falla por punzonamiento provocando una superficie de falla en el estrato inferior y B) La relación H/B es pequeña y la superficie de falla permanecerá en el primer estrato.

El procedimiento para estimar la capacidad de carga de suelos estratificados propuesto por Meyerhof y Hanna (1978) y Meyerhof (1974) se determina con la siguiente ecuación:

$$q_u = q_b + \frac{2c_a H}{B} + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right)\frac{K_s \tan \emptyset'_1}{B} - \gamma_1 H \leq q_t \qquad \textbf{Ec. 2}$$

Donde:

- q_u= capacidad de carga del suelo en condiciones de falla en t/m^2.
- q_t= capacidad de carga del suelo del estrato superior en t/m^2.
- q_b= capacidad de carga del suelo del estrato inferior en t/m^2.
- D_f= Nivel de desplante de la cimentación, en m.
- H= Distancia entre el nivel desplante de la cimentación y el estrato inferior, en m.
- B= Ancho de la cimentación, en m.
- c_a= cohesión, en t/m^2.
- K_s= coeficiente de corte por punzonamiento.
- q_t= capacidad de carga última en el lecho grueso del estrato de suelo superior
- q_b= capacidad de carga última en un lecho grueso del estrato de suelo inferior

Las capacidades de carga en los estratos superior e inferior, se calculan a partir de las ecuaciones 3 y 4

$$q_t = c_1 N_{C(1)} F_{cs(1)} + \gamma_1 D_f N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2}\gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)} \qquad \textbf{Ec. 3}$$

$$q_b = c_2 N_{C(2)} F_{cs(2)} + \gamma_2 (D_f + H) N_{q(1)} F_{qs(2)} + \frac{1}{2}\gamma_2 B N_{\gamma(2)} F_{\gamma s(2)} \qquad \textbf{Ec. 4}$$

Donde:

- $N_{C(1)}$, $N_{\gamma(1)}$: factores de capacidad de carga correspondientes al ángulo de fricción del suelo 1.
- $N_{C(2)}$, $N_{\gamma(2)}$: factores de capacidad de carga correspondientes al ángulo de fricción del suelo 2.
- $F_{cs(1)}$, $F_{qs(1)}$, $F_{\gamma s(1)}$: factores de forma correspondientes al ángulo de fricción del suelo 1.
- $F_{cs(2)}$, $F_{qs(2)}$, $F_{\gamma s(2)}$: factores de forma correspondientes al ángulo de fricción del suelo 2.

La variación del K_s con respecto a q_2/q_1 se muestra en la figura 8.

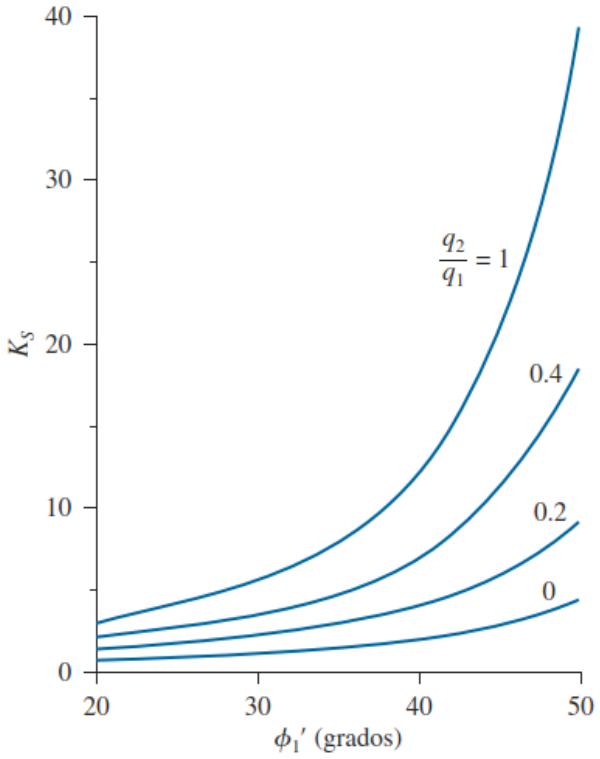


Figura 8. Coeficiente de corte por punzonamiento Ks según Meyerhof y Hanna.

Se entiende que q_1 y q_2 son las capacidades de carga última de una cimentación continua de ancho B ante una carga vertical sobre las superficies de los estratos gruesos homogéneos del suelo superior e inferior. Se pueden determinar mediante las ecuaciones 5 y 6.

$$q_1 = c_1 N_{C(1)} + \frac{1}{2}\gamma_1 B N_{\gamma(1)} \qquad \textbf{Ec. 5}$$

$$q_2 = c_2 N_{C(2)} F_{cs(2)} + \frac{1}{2}\gamma_2 B N_{\gamma(2)} \qquad \textbf{Ec. 6}$$

Se observa que para que para que el estrato superior sea un suelo más fuerte, q_2/q_1 debe ser menor que 1.

La capacidad de carga admisible final, se determina a partir de la ecuación 8.

$$q_{adm} = q_u \times FR \qquad \textbf{Ec. 7}$$

Donde FR es el factor de reducción por resistencia de la capacidad de carga, que, para este análisis se le ha asignado un valor igual a 0.35.

Asentamientos

Debido a la naturaleza de las descargas en la estructura, para realizar el análisis de asentamientos en la cimentación, se emplea el programa *Settle 3.* Este programa, desarrollado por Rocscience, es un software especializado en el análisis de asentamientos y consolidación del terreno bajo la acción de cargas superficiales, tales como cimentaciones, terraplenes y excavaciones. Su empleo permite estimar asentamientos inmediatos y diferidos, así como evaluar el comportamiento del suelo ante diferentes etapas constructivas y condiciones de carga (Rocscience Inc., s. f.).

Módulos de reacción vertical

El módulo de reacción vertical se determina con la ecuación 8.

$$k_v = \frac{q}{\delta} \qquad \textbf{Ec. 8}$$

Donde:

- Módulo de reacción vertical, en t/m^3
- q = presión sobre la cimentación, en t/m^2
- δ = asentamiento del suelo bajo la cimentación, en m

DISEÑO Y ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE CIMENTACIÓN

Propuesta de cimentación

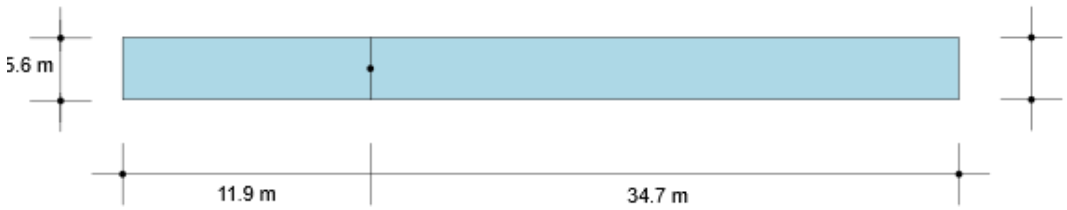
La propuesta de cimentación para la estación “UES IXTAPALUCA” se muestra en la figura 9. Consiste en una losa desplantada a una profundidad de 0.60 m, modulada en dos segmentos:

- El primer segmento, tiene una longitud L = 11.90 m y un ancho B = 5.6 m. Sobre este segmento actúa una presión de contacto $q_u = 2.8\ t/m^2$.
- El segundo segmento, tiene una longitud L = 34.70 m y un ancho B = 5.6 M. Sobre este segmento actúa una presión de contacto $q_u = 2.04\ t/m^2$.

Las cargas consideran una combinación de CV+CM que se pueden consultar en el informe estructural.

Para el desempeño adecuado de la cimentación, esta deberá estar desplantada sobre una plantilla de concreto hidráulico de 5.0 cm, colocada de una capa de suelo estabilizada con suelo – cemento de 20 cm de espesor y una cama de tezontle de 20.0 cm.

A)



B)

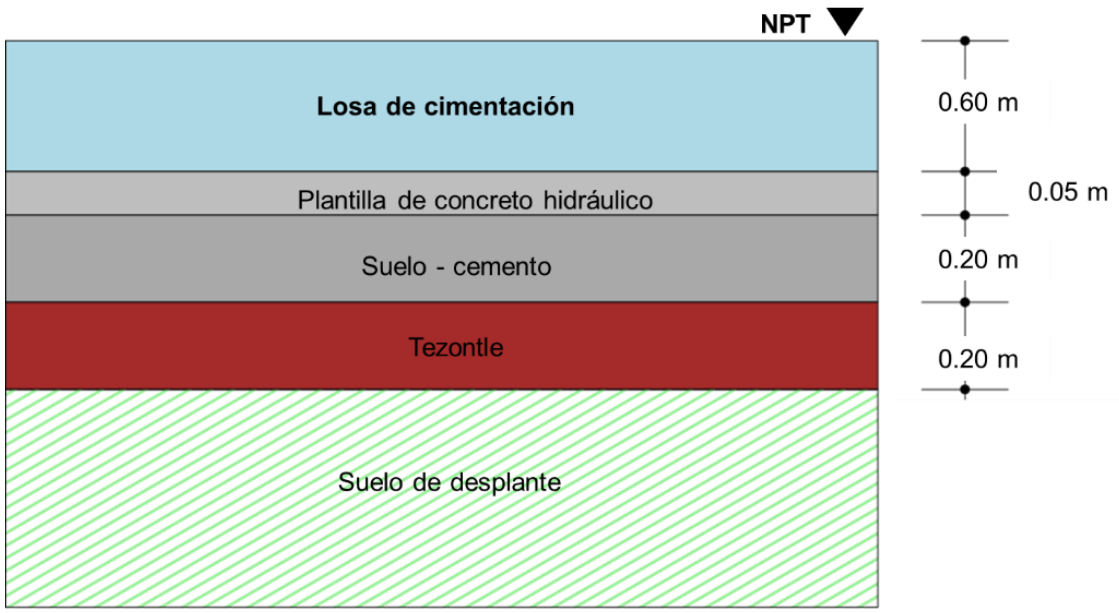


Figura 9. Propuesta de cimentación para la estación “UES IXTAPALUCA”. A) Vista en planta, B) Vista en perfil

Análisis de capacidad de carga

Se analiza la capacidad de carga en ambos módulos de las losas. En las tablas 5 y 6 se muestra el resumen de cálculo de la capacidad de carga, mientras que en el ANEXO 05 se presenta de forma detallada este cálculo.

Determinación de la capacidad de carga admisible en módulo de 5.6 m × 11.9 m			
Parámetro	**Valor**	**Unidades**	**Descripción**
H=	2.55	m	Distancia del nivel de desplante al estrato inferior
Df =	0.60	m	Profundidad de desplante
B =	5.60	m	Ancho de cimentación
L =	12.20	m	Largo de cimentación
A=	68.32	m^2	Área contacto
Df/B =	0.11	-	-
Df/B =	0.107	-	-
β =	0.00	°	ángulo de inclinación de la carga respecto a la vertical

Determinación de la capacidad de carga admisible en módulo de 5.6 m × 11.9 m			
Parámetro	**Valor**	**Unidades**	**Descripción**
q_t=	52.19	t/m^2	capacidad de carga estrato fuerte
q_b=	45.05	t/m^2	capacidad de carga estrato fuerte
Ca=	1.10	t/m^2	cohesión
ϕ=	6.00	(°)	ángulo de fricción interna
H=	2.55	m	Distancia del nivel de desplante al estrato inferior
B=	5.60	m	Ancho de cimentación
γ_1=	1.38	t/m^3	peso volumétrico
D_f=	0.60	m	Profundidad de desplante
K_s=	3.02	-	Coeficiente de corte por punzonamiento
q_u=	43.28	**t/m^2**	**capacidad de carga última**
Fr=	0.35	**-**	**factor de resistencia**
q_{adm}=	15.15	**t/m^2**	**capacidad de carga admisible**

Tabla 5. Análisis de capacidad de carga en la cimentación, módulo de 5.8 m × 34.7 m

Determinación de la capacidad de carga admisible en módulo de 5.6 m × 34.7 m			
Parámetro	**Valor**	**Unidades**	**Descripción**
H=	2.55	m	Distancia del nivel de desplante al estrato inferior
Df =	0.60	m	Profundidad de desplante
B =	5.60	m	Ancho de cimentación
L =	40.00	m	Largo de cimentación
A=	224.00	m^2	Área contacto
Df/B =	0.11	-	-
Df/B =	0.107	-	-
β =	0.00	°	ángulo de inclinación de la carga respecto a la vertical
q_t=	32.80	t/m^2	capacidad de carga estrato fuerte
q_b=	26.62	t/m^2	capacidad de carga estrato fuerte
Ca=	1.10	t/m^2	cohesión
ϕ=	6.00	(°)	ángulo de fricción interna

Determinación de la capacidad de carga admisible en módulo de 5.6 m × 34.7 m			
Parámetro	**Valor**	**Unidades**	**Descripción**
H=	2.55	m	Distancia del nivel de desplante al estrato inferior
B=	5.60	m	Ancho de cimentación
g_1=	1.38	t/m^3	peso volumétrico
D_f=	0.60	m	Profundidad de desplante
K_s=	3.02	-	Coeficiente de corte por punzonamiento
q_u=	24.85	**t/m^2**	**capacidad de carga última**
Fr=	0.35	**-**	**factor de resistencia**
q_{adm}=	8.70	**t/m^2**	**capacidad de carga admisible**

Tabla 6. Análisis de capacidad de carga en la cimentación, módulo de 5.6 m × 34.7 m

Revisión de estado límite de falla

Para que la revisión por estado límite de falla, debe cumplirse con la siguiente desigualdad.

$$q_{adm} = q_u \times FR \leq q_0 \qquad \textbf{Ec. 9}$$

Donde

- q_{adm} es la capacidad de carga admisible, ya afectada por el factor de reducción por resistencia
- q_0 es la descarga estructural

En la tabla 7 se resume la revisión del estado límite de falla en la cimentación de la estación “UES IXTAPALUCA”.

Módulo de losa	q_{adm} (t/m^2)	q_0 (t/m^2)	Revisión
5.6 m × 11.9 m	15.15	2.80	Cumple
5.6 m × 34.7 m	8.70	2.04	Cumple

Tabla 7. Revisión de estado límite de falla en la cimentación de la estación “UES IXTAPALUCA”

Análisis de asentamientos

El análisis de asentamientos se realiza mediante el programa *Settle 3,* a partir de las siguientes consideraciones.

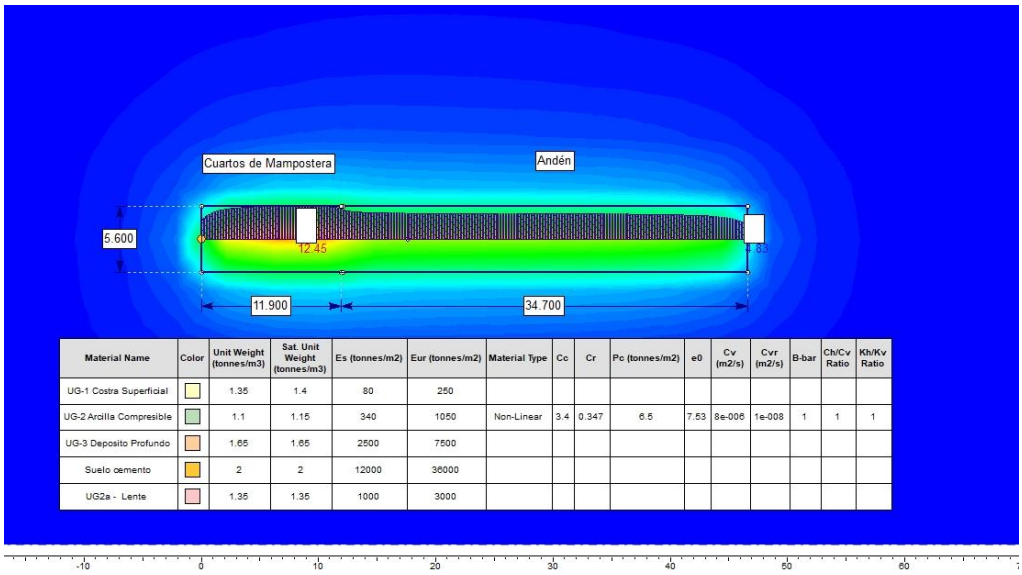
- Se asume que los asentamientos en la unidad geotécnica UG – 01 (costra superficial), UG – 02a y UG - 3 se desarrollarán a corto plazo, es decir, serán elásticos.
- Los asentamientos desarrollados en la unidad geotécnica UG – 02, se desarrollarán a corto plazo y a largo plazo.

La figura 10 muestra el modelo para el análisis de la cimentación en el programa *Settle 3.* El análisis de asentamientos a largo plazo, incluye los siguientes periodos.

- Inmediato
- 10 días
- 100 días
- 500 días
- 1000 días
- 3600 días (10 años)

La figura 12 muestra de forma gráfica la variación de los asentamientos inmediatos en el nivel de desplante a lo largo de la cimentación, mientras que, en la figura 12 se indica la variación del asentamiento total a largo plazo para los intervalos de análisis previamente especificados. Por otra parte, en la tabla *5430* se resumen los valores de asentamientos elásticos inmediatos, asentamientos a largo plazo, asentamientos diferenciales y distorsiones.

A
)



Material Name	Color	Unit Weight (tonnes/m3)	Sat. Unit Weight (tonnes/m3)	Es (tonnes/m2)	Eur (tonnes/m2)	Material Type	Cc	Cr	Pc (tonnes/m2)	e0	Cv (m2/s)	Cvr (m2/s)	B-bar	Ch/Cv Ratio	Kh/Kv Ratio
UG-1 Costra Superficial		1.35	1.4	80	250										
UG-2 Arcilla Compresible		1.1	1.15	340	1050	Non-Linear	3.4	0.347	6.5	7.53	8e-006	1e-008	1	1	1
UG-3 Deposito Profundo		1.65	1.65	2500	7500										
Suelo cemento		2	2	12000	36000										
UG2a - Lente		1.35	1.35	1000	3000										

B
)

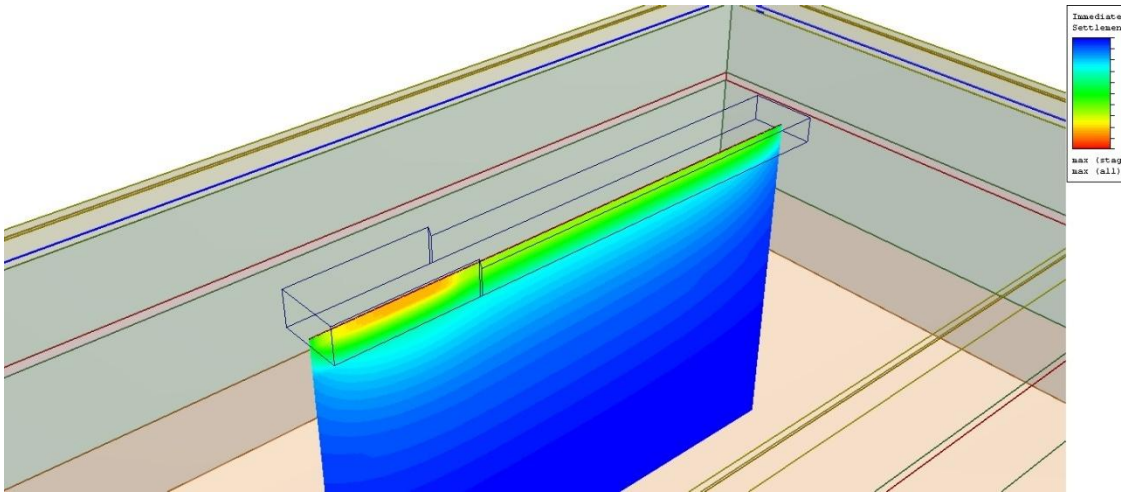


Figura 10. Modelo para el análisis de la cimentación en *Settle 3. A) Vista en planta, B) Corte tridimensional*

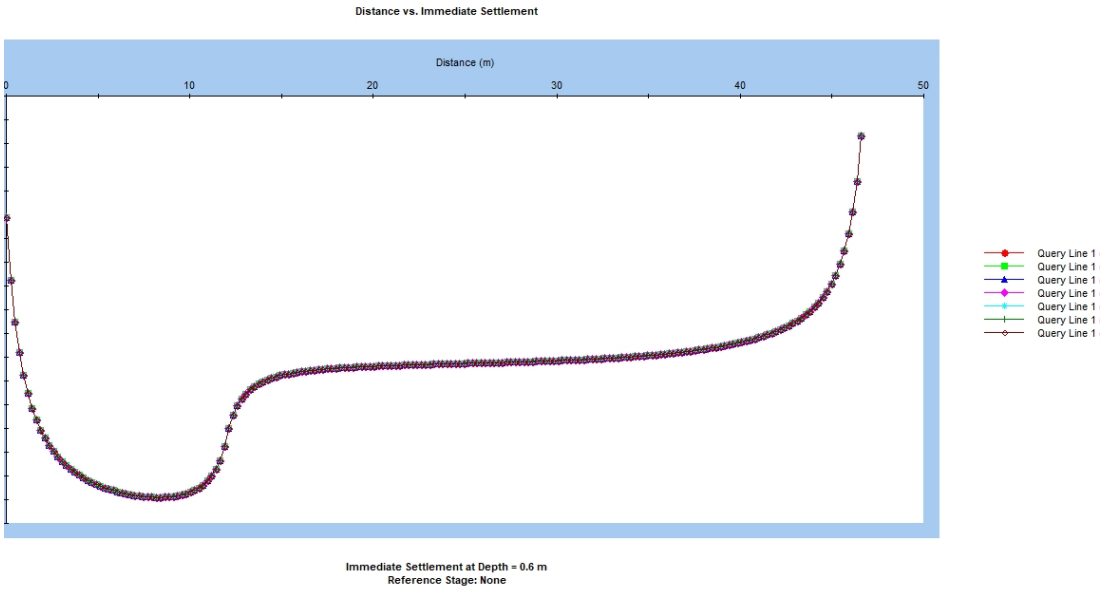


Figura 11. Resultados de análisis de asentamientos inmediatos a nivel de desplante en la cimentación

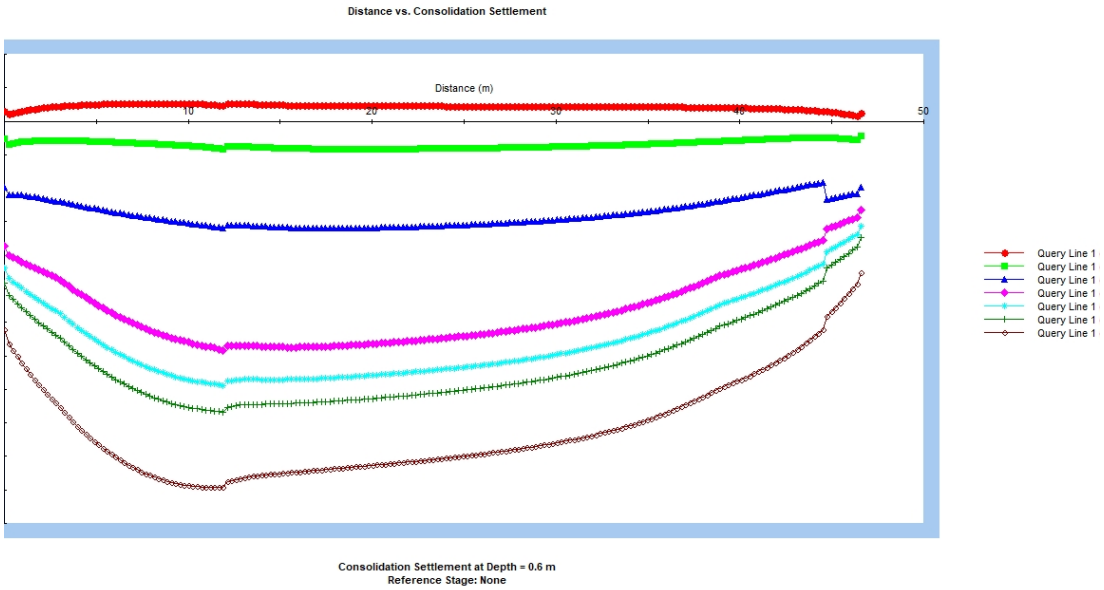


Figura 12. Resultados de análisis de asentamientos totales a largo plazo en la cimentación

Intervalo (días)	Asentamientos totales en losas (cm)		
	Losa cuartos de mampostería	Losa andén	Diferencial
Inmediato	12.18	4.72	7.46
1	12.79	5.05	7.74
10	13.92	5.82	8.10
100	15.67	6.16	9.51
500	16.23	6.4	9.83
1000	16.65	6.57	10.08
3600	17.82	7.09	10.73

Tabla 8. Resultados del análisis de asentamientos diferenciales en la cimentación de la estación "UES IXTAPALUCA"

En el análisis a largo corto plazo, se observa que se presentará un asentamiento diferencial de 2.10 cm, mientras que, en el análisis a largo plazo, se presentará un asentamiento diferencial de 9.20 cm.

Revisión por estado límite de servicio

El asentamiento máximo permisible es de 300 mm, acorde a la estructura desplantada en zona III (de acuerdo con la tabla 3.1.1.2.2.3 de las NTC-Cimentaciones, 2023). Por otra parte, la NTC-Acciones (2023) establece que la distorsión máxima para losas de cimentación rectangulares es de 0.002 (pendiente transversal de cimentaciones rígidas). En la tabla 9 se resume la revisión por estado límite de servicio.

Asentamientos máximos en losas			Distorsión máxima (1)	Revisión por distorsiones
Losa cuartos mampostería	Losa andén	Revisión por estado límite		
12.17	9.34	Cumple	$\frac{0.01217 - 0.00934}{40} = 0.001$	Cumple

(1) longitud de desarrollo entre los valores máximos y mínimos de asentamientos en las losas es de 40.0 m, y es con esta longitud con la que se determina el valor de la distorsión máxima.

Tabla 9. Revisión por estado límite de servicio en la cimentación de la Estación "UES IXTAPALUCA"

Módulos de reacción vertical

A partir de los análisis de asentamientos, se determinan los valores de los módulos de reacción vertical mostrados en la tabla 10.

Intervalo	Descarga estructural en la losa (t/m^2)		Asentamientos en losas (cm)		Módulos de reacción en losas (t/m^3)	
	Cuartos de mampo	andén	Cuartos de mampo	Losa andén	Cuartos de mampo.	Andén
(días)						
Inmediato	2.8	2.04	12.17	9.34	23.02	21.85
1			12.78	9.93	21.90	20.54
10			13.92	11.01	20.11	18.53
100			15.66	12.54	17.88	16.27
500			16.23	12.99	17.26	15.70
1000			16.64	13.33	16.83	15.30
3600			17.82	14.31	15.71	14.26

Tabla 10. Módulos de reacción vertical en la cimentación de la Estación "UES IXTAPALUCA"

CONCLUSIONES

En este estudio, se realizó la caracterización geotécnica de los materiales que conforman la superficie de desplante para la losa de cimentación en la estación “UES IXTAPALUCA”. A continuación, se enumeran las conclusiones de este informe.

- Derivado de la exploración geotécnica, se encontró una secuencia de dos unidades geotécnicas. La primera unidad geotécnica está conformada por la costra superficial, mientras que la segundad unidad geotécnica está conformada por intercalaciones de arcilla de alta plasticidad con lentes de arena fina.
- Por la naturaleza de las descargas estructurales, se ha planteado como solución a la cimentación, una losa de 5.6 m de ancho, dividida en dos tramos. El primero con una longitud de 11.9m para los cuartos de mampostería y la segunda d 34.7m para la zona de andenes.
- La losa de cimentación estará desplantada a una profundidad de 60.0 cm medida a partir del nivel de piso terminado, Para el desempeño adecuado de la cimentación, esta deberá desplantarse sobre una plantilla de concreto hidráulico de 5.0 cm, que a su vez estará colocada sobre una capa de suelo estabilizada con suelo – cemento de 20 cm de espesor y una cama de tezontle de 20.0 cm. Con los espesores indicados, el fondo de la excavación se realizará a una cota de – 1.05 m, respecto al nivel de referencia especificado.
- El análisis por capacidad de carga y estado límite de falla indica que la propuesta de cimentación es adecuada.
- El análisis de asentamientos a corto plazo en la cimentación, indica que se tendrá un asentamiento diferencial de 2.83 cm.
- El análisis de asentamientos a largo plazo en la cimentación, indica que, el valor máximo de asentamiento diferencial será de 3.52 cm, en un periodo de 10 años. Este asentamiento corresponde a una distorsión de 0.001 (pendiente transversal de cimentaciones rígidas), y se encuentra dentro del límite permisible de las NTC-Acciones (2023).

RECOMENDACIONES

- Los trabajos deberán ejecutarse conforma a los planos estructurales y al estudio de mecánica de suelos.
- El tezontle deberá ser material pétreo volcánico seleccionado, limpio, sano, durable, libre de materia orgánica, basura, arcillas expansivas, lodos, raíces, materiales deleznables en exceso o partículas contaminadas. El material deberá colocarse con granulometría uniforme, sin segregación, con tamaño

mínimo de 1” (una pulgada) y tamaño máximo de 3” (3 pulgadas). El porcentaje máximo de finos será de 5%.

- La capa de suelo-cemento será una mezcla homogénea de suelo seleccionado, cemento Portland y agua, en la dosificación definida por el laboratorio o por el proyecto geotécnico. No deberá establecerse el porcentaje de cemento únicamente por criterio de campo; deberá verificarse mediante diseño de mezcla y pruebas de desempeño. El material por estabilizar deberá estar libre de materia orgánica, raíces, basura, partículas inestables, grumos arcillosos no disgregados o cualquier sustancia que afecte la reacción con el cemento.
- La plantilla será de concreto simple con espesor de 5 cm, colocada sobre la capa de suelo-cemento previamente aceptada. Su función será proporcionar una superficie limpia, nivelada y estable para el armado y colado de la losa.

- Previo al inicio de los trabajos, se deberá realizar el trazo topográfico de los dos módulos, ejes, límites de excavación, niveles de desplante, bancos de nivel, puntos de control y referencias auxiliares. Se deberá verificar en campo la ubicación de instalaciones existentes, líneas eléctricas, drenajes, registros, ductos, tuberías, estructuras colindantes o elementos enterrados que puedan interferir con la excavación.
- La excavación se ejecutará hasta alcanzar el nivel de fondo requerido para alojar la estructura compuesta por cama de tezontle, suelo-cemento y plantilla. Con los espesores indicados, el fondo de la excavación se realizará a – 1.05 m, respecto al nivel de referencia especificado.
- La excavación deberá realizarse con equipo adecuado, evitando aflojar o remoldear el fondo. En los últimos centímetros se recomienda realizar afinado manual o con equipo ligero para no alterar el terreno de apoyo.
- Se recomienda excavar con un sobreancho mínimo de 0.50 m por lado para permitir afine, colocación de capas, cimbra, revisión, compactación perimetral y seguridad del personal. Este sobreancho deberá incrementarse si se requiere entibación, bombeo, impermeabilización, drenaje perimetral o maniobras de equipo.
- No deberá colarse ni colocarse ninguna capa sobre material orgánico, saturado, reblandecido, contaminado, suelto o inestable. Las zonas sobre excavadas o blandas deberán sanearse y rellenarse con material aprobado, compactado en capas.
- Una vez alcanzado el nivel de fondo, deberá comprobarse lo siguiente: nivel y geometría de la excavación, estabilidad de las paredes de la excavación, ausencia de agua libre, ausencia de material orgánico o suelto y correspondencia de los materiales con el estudio geotécnico.

- El material excavado, acopios, varilla, cimbra, maquinaria, camiones o equipos de izaje no deberán colocarse junto al borde de la excavación. Con el fin de evitar sobrecargas en el terreno, se evitará el acopio de materiales a una distancia mínima de 2.50 m del borde de la excavación.

Anexo – Referencias/Bibliografía

Gobierno de la Ciudad de México. (2023). *Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones*. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*.

Gobierno de la Ciudad de México. (2023). *Norma Técnica Complementaria sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones*. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*.

Hernández Mena, U. y Pérez Rocha, L. (2015). *Manual de Diseño de Obras Civiles. Capítulo C.1.3. Diseño por Sismo.* Comisión Federal de Electricidal.

Meyerhof G.G. (1974). *Ultimate bearing capacity of footings on sand layer overlying clay.* Canadian Geotechnical Journal 11 (2), 223 – 229.

Meyerhof G.G. y Hanna, A.M. (1978). *Ultimate bearing capacity of foundations on a three – layer soil, with special reference to layered sand.* Canadian Geotechnical Journal 16, 412 – 414.

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PROYECTO EJECUTIVO

INFORME

ESTUDIO GEOTECNICO CIMENTACIÓN DE VIADUCTO

KM 2+060 AL 2+460

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

2026-MAYO

Nombre del Proyecto:	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	
CLAVE:	TI-S01-02-INF-GEO-GEN-CIM-0003-01A.docx	
Realizado por:	ATP	Fecha: 08-MAY-2025
Revisado por:	CCV	Fecha: 08-MAY-2025
Aprobado por:	MTC	Fecha: 08-MAY-2025
No de Revisión	**Descripción**	**Páginas**
0A	Emisión Inicial	46

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN. 6
OBJETIVO 6
Objetivo general. 6
Objetivos específicos. 6
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
Ubicación general. 7
Ubicación particular. 8
Descripción general de la estructura 9
Normativa de referencia. 10
METODOLOGÍA DE TRABAJO Y CRITERIOS DE DISEÑO 11
Criterios de diseño para Campaña de exploración geotécnica 11
Criterios de diseño para Ensayes de laboratorio 11
Criterios de diseño geotécnico para pilas de cimentación 12
TRABAJOS DE EXPLORACIÓN DE CAMPO 15
Levantamiento geológico de campo 15
Ejecución de sondeos mixtos mediante la técnica de penetración estándar (SPT) 15
Ensayos de laboratorio 16
Ensayos geofísicos 17
INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA 18
Estratigrafía 18
Número de golpes de la prueba SPT corregido 19
Determinación de parámetros 21
Modelo geotécnico 24
Condiciones hidráulicas 24
Sondeo 24
Lectura 24
Lectura en m 24
Condiciones sísmicas 25
CAPACIDAD DE CARGA EN PILAS DE CIMENTACIÓN 27

Capacidad de carga por adherencia lateral (Suelos Cohesivos) 27
Capacidad de carga por fricción lateral (Suelos friccionantes) 28
Capacidad de carga por punta (Suelos Cohesivos)..... 28
Capacidad de carga por punta (Suelos Cohesivos)..... 29
Resultados..... 30
Estado límite de falla 30
ASENTAMIENTOS EN PILAS DE CIMENTACIÓN..... 32
Cálculo de asentamientos en pilas 32
Resultados..... 34
Estado límite de Servicio 35
MODULOS DE REACCIÓN EN PILAS DE CIMENTACIÓN 36
Cálculo de módulo de reacción vertical 36
Cálculo de módulo de reacción horizontal 37
CONCLUSIONES..... 40
RECOMENDACIONES 41
Consideraciones Generales..... 41
Pilas de cimentación..... 42
Referencias/Bibliografía 45

Preparado para:

CLIENTE
DIRECCIÓN
Tels.
INTERNET:

Preparado por:

[redacted]

Copyright © 2025

Los documentos oficiales de esta entrega son los documentos no editables PDF.
Los documentos en formato editable no se considerarán documentos contractuales oficiales, sólo se proporcionarán como un complemento para cumplir con lo establecido por la SICT o a solicitud del Cliente. Estos archivos electrónicos son susceptibles de ser corrompidos o modificados, ya sea intencionalmente o no y ante eso Lógica Ferroviaria del Pacífico S.A. de C.V no se hace responsable, así como del uso de software u otros sistemas electrónicos en los que se puedan colocar o utilizar estos archivos.

INTRODUCCIÓN.

ICA a partir de ahora el Cliente, ha contratado a **MEXTYPSA S.A de C.V**, a partir de ahora el Consultor el servicio de ingeniería correspondiente al "Proyecto Ejecutivo para la construcción del Trolebús de Ixtapaluca".
El objetivo del proyecto es la construcción y habilitación de infraestructura necesaria para el sistema de transporte público tipo Trolebús, mediante la construcción de estaciones para abordaje y descenso de pasajeros, la habilitación de un carril confinado y la construcción de un viaducto que permita la conexión entre vías principales y urbanas sin la interrupción de circulación.
Con la construcción de esta obra se mejorarán sustancialmente las condiciones transporte público para el municipio de Ixtapaluca y su conexión con la red de transporte de la CDMX con su conexión hacia la terminal de Constitución de 1917.

OBJETIVO.

Objetivo general.

Caracterizar las condiciones geológico geotécnicas del trazo del proyecto mediante la identificación, descripción e interpretación de las unidades presentes, con el fin de establecer un modelo geotécnico del subsuelo. Y la definición del tipo de estructura adecuada a las solicitaciones estructurales.

Objetivos específicos.

- Descripción de la metodología a seguir y de los criterios con los que se realizará el diseño de la cimentación.
- Definición del tipo de cimentación.
- Identificar y describir las unidades geotécnicas presentes en el área
- Asignación de parámetros mecánicos y de deformación a cada material identificado.
- Realizarlas revisiones de estado límite de resistencia y de servicio para la cimentación propuesta.
- Emitir recomendaciones constructivas correspondientes al tipo de cimentación y condiciones particulares.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Ubicación general.

El trazo del proyecto se localiza en el municipio de Ixtapaluca, en la porción oriental de la Zona Metropolitana del Valle de México. El corredor se desarrolla a lo largo de un eje urbano–periurbano, atravesando zonas con distintos grados de urbanización y siguiendo principalmente infraestructura vial existente.

El trazo del proyecto se ubica aproximadamente entre las coordenadas 508201.84 m E y 2133229.59 m N (inicio) y 514831.42 m E y 2135853.30 m N (fin), con una longitud aproximada de 9.5 km.

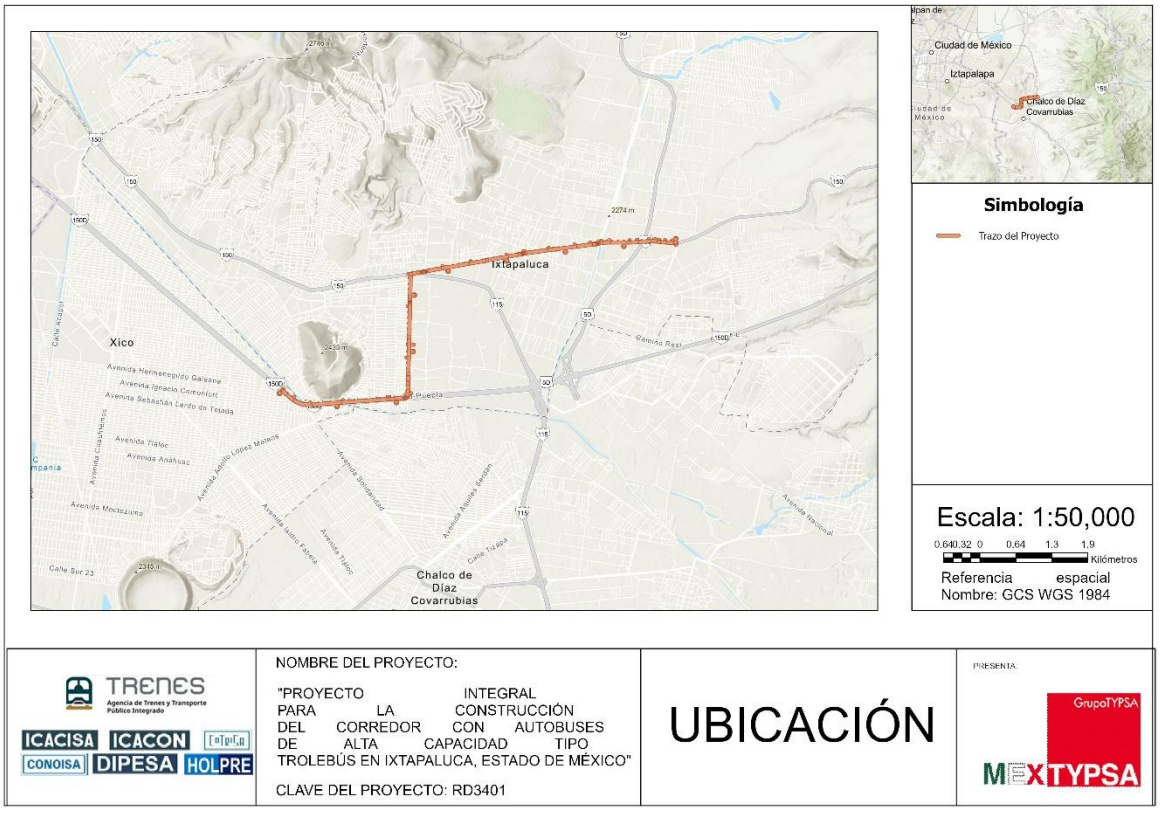


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de proyecto.

La zona en particular de análisis se encuentra dentro de la zonificación establecida en las normas técnicas complementarias de diseño de cimentaciones en el reglamento de construcciones de la CDMX (2023). Es de particular interés la presencia del eje de proyecto en la zona de lago y en la zona de transición. En la Figura 2 se muestra la localización del proyecto en la zonificación mencionada.

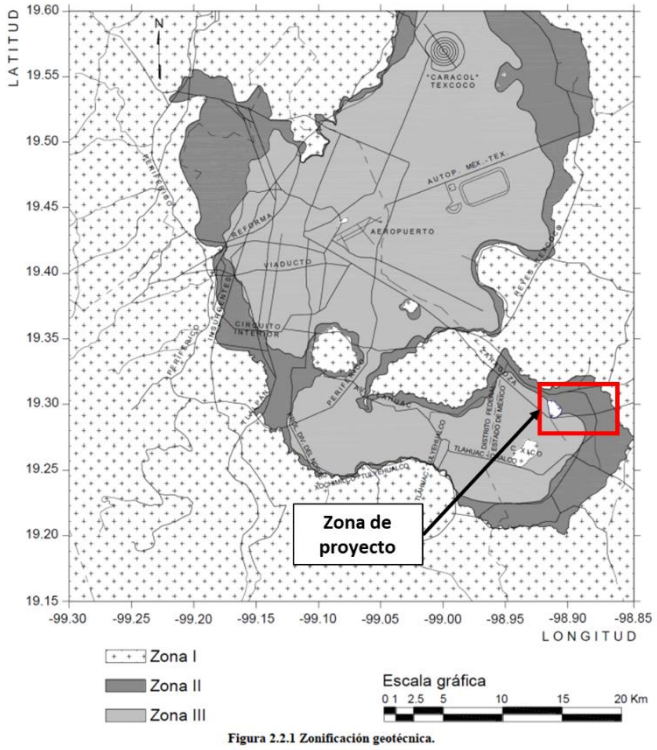


Figura 2.2.1 Zonificación geotécnica.

Figura 2. Ubicación de la zona de proyecto. Modificado a partir de (NTC-DC 2023).

Ubicación particular.

De forma particular el viaducto proyecta la unión de las vialidades, la autopista México-Puebla (Vía de alta velocidad) y Av. Sta. Bárbara (Vialidad Urbana). En la siguiente imagen se muestra la ubicación donde se planea la construcción de esta estructura.

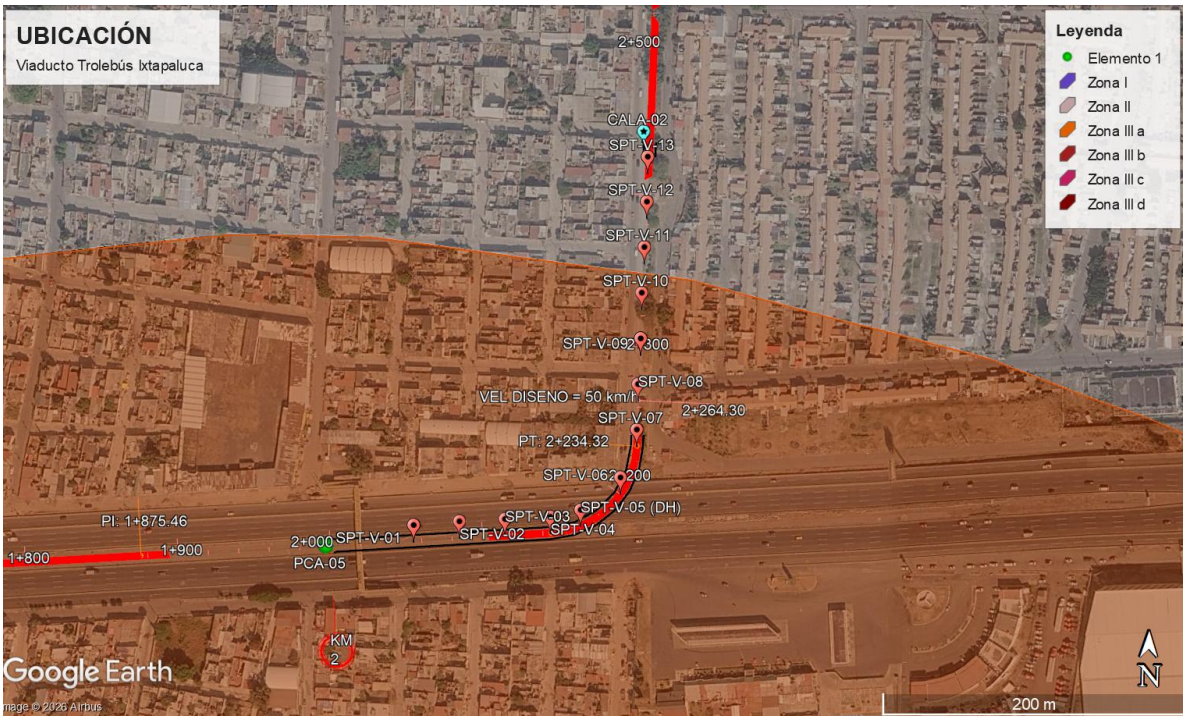


Figura 3. Ubicación de la zona de proyecto. Modificado a partir de (NTC-DC 2023).

Descripción general de la estructura

La estructura propuesta es un viaducto de 360 m de longitud, está conformado por dos muros mecánicamente estabilizado (MME) en los apoyos inicial y final. Además, cuenta con nueve apoyos que distribuirán las trabes tipo AASTHO (IV y V) en claros aproximados de 30m. Cada apoyo se plantea resolverse geotécnicamente mediante pilas de cimentación profunda. En la Figura 4 y Tabla 1 se muestran los detalles del proyecto.

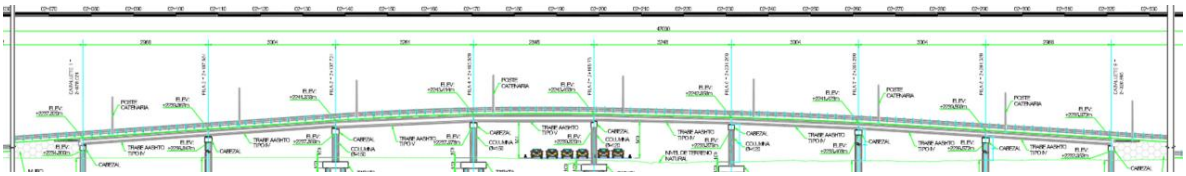


Figura 4. Vista longitudinal de la estructura de viaducto.

PUNTOS	COORDENADAS WGS84		Cad
	X	Y	
APOYO-1	510194.931	2133092.486	2+077.72
APOYO-2	510224.507	2133094.709	2+107.72
APOYO-3	510254.549	2133095.815	2+137.72
APOYO-4	510286.122	2133104.025	2+170.33
APOYO-5	510306.546	2133123.177	2+200.00
APOYO-6	510317.598	2133153.475	2+231.26
APOYO-7	510318.193	2133183.507	2+261.23
APOYO-8	510318.710	2133213.543	2+291.22
APOYO-9	510319.218	2133243.198	2+321.20

Tabla 1. Detalle de apoyos del viaducto.

Normativa de referencia.

Para el diseño y revisión de esta infraestructura, se emplea la Norma Técnica Complementaria para Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcciones de la Ciudad de México, en su edición 2023. De igual manera, se emplea la Norma Técnica Complementaria Sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de la Edificaciones.

METODOLOGÍA DE TRABAJO Y CRITERIOS DE DISEÑO

El presente estudio geotécnico se desarrolló bajo un esquema de proyecto tipo *fast track*, en el cual el diseño de la cimentación profunda se realiza de manera paralela al desarrollo y complementación de la información de campo y laboratorio. En este sentido, la metodología adoptada tiene como objetivo proporcionar, en una primera etapa, los parámetros y verificaciones mínimas necesarias para el diseño preliminar y constructivo de las pilas de cimentación, manteniendo la posibilidad de ajuste y optimización conforme se disponga de información adicional. A continuación, se describen los criterios de diseño empleados en cada fase de trabajos.

Criterios de diseño para Campaña de exploración geotécnica

Se diseñó e implementó una campaña de exploración geotécnica orientada a caracterizar la estratigrafía, condiciones de resistencia y deformabilidad del subsuelo en la zona de desplante de los apoyos del viaducto. Dicha campaña incluyó:

- **Sondeos de penetración estándar (SPT)**, ejecutados conforme a normativa aplicable.
- **Obtención de muestras** en los estratos de interés, mediante técnicas adecuadas, con el fin de evaluar propiedades índice, mecánicas y de deformabilidad.
- **Exploración geofísica**, consistente en:
    - **Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)**, para la identificación de contrastes litológicos y continuidad de unidades estratigráficas a profundidad.
    - **Ensaye Down Hole**, para la determinación de velocidades de onda de corte (Vs) y estimación de propiedades dinámicas del suelo.

Criterios de diseño para Ensayes de laboratorio

Las muestras obtenidas fueron sujetas a un programa de ensayes de laboratorio orientado a determinar:

- **Propiedades índice:**
    - Contenido de agua
    - Límites de Atterberg
    - Peso volumétrico
    - Granulometría
- **Propiedades mecánicas (según disponibilidad):**
    - Resistencia al corte (no drenada y/o drenada)
    - Parámetros de compresibilidad
    - Módulos de deformación

Dado el carácter fast track del proyecto, el diseño geotécnico preliminar se desarrolló **sin contar con la totalidad de los resultados de laboratorio**, por lo que se emplearon correlaciones empíricas y valores típicos sustentados en la experiencia regional, mismos que serán verificados y ajustados en etapas posteriores.

Criterios de diseño geotécnico para pilas de cimentación

Para el diseño de la cimentación profunda del viaducto, mediante pilas preexcavadas coladas en sitio, se establecen los siguientes criterios técnicos:

Modelo geotécnico del subsuelo
Con base en la exploración geotécnica, se define un perfil estratigráfico idealizado compuesto por las unidades principales:
El comportamiento mecánico de cada estrato se modelará de manera independiente, considerando sus propiedades índice, resistencia y deformabilidad obtenidas mediante ensayes de campo y laboratorio.

Tipo de cimentación y consideraciones constructivas
Se adoptará el uso de **pilas de cimentación preexcavadas**, seleccionadas en función de:

- La magnitud de las cargas transmitidas por la superestructura.
- Las condiciones estratigráficas del sitio.
- La profundidad requerida para alcanzar estratos competentes.
- La factibilidad constructiva y disponibilidad de equipo.

Las pilas se proyectarán con diámetros del orden de **1.20 m y 1.50 m**, sujetos a verificación estructural y geotécnica.

Mecanismo de resistencia
La capacidad de carga axial de las pilas se evaluará considerando:

- **Resistencia por fricción lateral (fuste):**
  - En el **estrato arcilloso compresible**, se considerará un comportamiento predominantemente no drenado, empleando metodologías basadas en esfuerzos totales (tipo α o equivalente), dada la baja permeabilidad del material.
  - En el **estrato granular profundo**, se adoptará un enfoque basado en esfuerzos efectivos (tipo β o equivalente), considerando el comportamiento friccionante del material.
- **Resistencia por punta:**
  - Se movilizará principalmente en el estrato profundo de arena fina arcillosa, el cual se considerará como estrato de apoyo principal.

- Se evaluará la posible presencia de **fricción negativa** inducida por la consolidación del estrato arcilloso compresible.

Evaluación de asentamientos

El asentamiento total de las pilas se estimará considerando:

- Acortamiento elástico del elemento estructural.
- Deformación del suelo bajo la punta de la pila.
- Transferencia de carga a lo largo del fuste.
- Efectos de consolidación del estrato arcilloso compresible.
- Efectos de grupo, en caso de existir arreglos de múltiples pilas por apoyo.

Se verificará que los asentamientos totales y diferenciales sean compatibles con los límites de servicio de la estructura.

Análisis lateral e interacción suelo-estructura

Para cada apoyo se evaluará la respuesta lateral de las pilas considerando:

- Cargas horizontales y momentos transmitidos por la superestructura.
- Condiciones de cabeza (libre o empotrada).
- Longitud de empotramiento efectiva.
- Interacción entre pilas en grupo.

Se generarán curvas p-y representativas para cada estrato, considerando sus propiedades mecánicas y condiciones de esfuerzo. El análisis de deflexiones y esfuerzos se realizará mediante herramientas numéricas especializadas.

Condiciones sísmicas

El diseño considerará la acción sísmica mediante:

- Evaluación de cargas laterales inducidas por la superestructura.
- Reducción de rigidez del suelo bajo solicitaciones cíclicas.
- Verificación de desplazamientos laterales admisibles.
- Revisión de la estabilidad global del sistema suelo–estructura.

Factores de diseño

Las resistencias geotécnicas se evaluarán bajo el enfoque de **diseño de factores de reducción (NTC-DC-CDMX)**, aplicando factores de resistencia acordes al método de cálculo, tipo de suelo y nivel de incertidumbre.

Enfoque iterativo del diseño

Dado el carácter del proyecto, el diseño de la cimentación se plantea como un proceso iterativo, en el cual:

- Los resultados obtenidos en esta etapa corresponden a un **diseño preliminar para fines constructivos**.

- Los parámetros geotécnicos podrán ser **ajustados y refinados** conforme se disponga de resultados adicionales de laboratorio y/o información complementaria.
- Se prevé la **retroalimentación entre diseño y construcción**, con el fin de optimizar el desempeño y la seguridad de la cimentación.

Control y calidad constructiva

Se establecerán criterios de control durante la construcción de las pilas, incluyendo:

- Verificación de verticalidad y alineación.
- Control de limpieza de fondo.
- Supervisión del proceso de colado.
- Evaluación de integridad estructural.
- Validación de parámetros de diseño mediante pruebas de carga o métodos indirectos cuando sea requerido.

TRABAJOS DE EXPLORACIÓN DE CAMPO

Levantamiento geológico de campo

Ejecución de sondeos mixtos mediante la técnica de penetración estándar (SPT)

Se ejecutaron sondeos de penetración estándar (SPT, por sus siglas en inglés), con el objetivo de caracterizar las propiedades geotécnicas del subsuelo y obtener muestras representativas de los distintos estratos.
El procedimiento consistió en la hinca de un muestreador mediante la caída libre de un martillo de 63.5 kg desde una altura de 76 cm. El número de golpes requerido para penetrar los últimos 30 cm del muestreador se registró como el valor N del SPT, parámetro que se utiliza como indicador de la compacidad en suelos granulares o de la consistencia en suelos cohesivos.
Durante la ejecución de los sondeos, se realizó la recuperación de muestras mediante el uso de tubo partido y tubo Shelby. El tubo partido, empleado durante la prueba SPT, permitió obtener muestras alteradas pero representativas del material, adecuadas para su identificación visual y ensayos básicos de laboratorio. Por otro lado, el muestreo con tubo Shelby se utilizó en estratos cohesivos, permitiendo la obtención de muestras relativamente inalteradas, indispensables para la determinación de propiedades mecánicas como la resistencia al corte y la compresibilidad.
El avance de la perforación se llevó a cabo mediante el uso de broca tricónica, herramienta rotatoria equipada con conos dentados que fragmentan el material al girar. El uso de lodos o fluidos de perforación, en caso necesario, contribuyó a la estabilización de las paredes del barreno y a la remoción de detritos.

Para contar con una estratigrafía completa que permita identificar los diferentes materiales que subyacen en la zona de la estructura y sus respectivos parámetros índices y mecánicos, se realizaron los siguientes trabajos de exploración en campo y laboratorio. Cabe mencionar que para el tipo de estructura en estudio se realizó un sondeo mixto por cada uno de los apoyos proyectados.

Los trabajos de exploración geotécnica en campo consistieron en 13 sondeos mixtos (SM) de hasta 45.00 m de profundidad. La ubicación de estos trabajos se muestra en la Tabla 2.

PUNTOS	COORDENADAS WGS84 X	Y	PROF. (m)	Cad
SPT-V-1	510172.000	2133090.000	45.43	2+054.97
SPT-V-2	510202.000	2133093.000	45.00	2+085.11
SPT-V-3	510232.000	2133095.000	35.05	2+115.18
SPT-V-4	510262.000	2133097.000	45.25	2+145.24
SPT-V-5	510282.000	2133102.000	40.30	2+165.78
SPT-V-6	510308.000	2133124.000	38.05	2+200.03
SPT-V-7	510318.000	2133156.000	38.05	2+233.79
SPT-V-8	510318.000	2133186.000	35.21	2+263.79
SPT-V-9	510232.000	2133095.000	36.60	2+293.80
SPT-V-10	510319.000	2133246.000	35.60	2+323.80
SPT-V-11	510320.000	2133276.000	35.18	2+353.81
SPT-V-12	510321.000	2133306.000	45.00	2+383.82
SPT-V-13	510321.000	2133336.000	45.08	2+416.82

Tabla 2. Ubicación y profundidad de los trabajos de exploración de campo.

De los sondeos mencionados en la tabla anterior pueden consultarse los registros de campo en el *"Anexo 01 Registros de campo"* y los reportes fotográficos en el *"Anexo 02 Reporte fotográfico"*.

Ensayos de laboratorio

A partir de las muestras extraídas en los sondeos de exploración se realiza una sería de estudios para caracterizar los materiales presentes en el subsuelo y asignar propiedades mecánicas y de deformación. En la se muestra el resumen de pruebas de laboratorio ejecutadas y la normativa aplicable.

Categoría	Prueba	ASTM	Normativa México
PI	Contenido de humedad	D2216	SCT M-MMP-1-01
PI	Peso específico de sólidos	D854	SCT M-MMP-1-02
PI	Granulometría (tamizado)	D6913	SCT M-MMP-1-04
PI	Límites de Atterberg	D4318	SCT M-MMP-1-07
CI	SUCS	D2487	

Categoría	Prueba	ASTM	Normativa México
CI	Visual-manual	D2488	
PV	Peso volumétrico natural	D7263	SCT
PV	Peso volumétrico seco	D7263	SCT
PV	Peso volumétrico saturado	D7263	SCT
PV	Peso volumétrico suelto	C29/C29M	NMX-C-073
PV	Densidad relativa	D4254	SCT
R	Corte directo	D3080	SCT M-MMP-1-11
R	Triaxial UU	D2850	Uso común
R	Triaxial CU	D4767	Uso común
R	Triaxial CD	D7181	Uso común
Cons	Consolidación edométrica	D2435	SCT M-MMP-1-13
Químicos	pH	D4972	NMX-AA
Químicos	Sulfatos	D516/C1580	NMX-AA
Químicos	Cloruros	D512	NMX-AA
Químicos	Carbonatos	D4373	NMX-AA

Nota: PI= Propiedades índice, PV= Peso volumétrico, CI= Clasificación, R=Resistencia, Cons= Consolidación y Q= Química.

Tabla 3. Pruebas de laboratorio realizadas y normativa aplicable.

Las actas de resultados se muestran en el *"Anexo 03 Pruebas de Laboratorio"*.

Ensayos geofísicos

Se realizaron sondeos geofísicos tipo SEV (Sondeo Eléctrico Vertical), los cuales constituyen una técnica de exploración eléctrica ampliamente utilizada para la caracterización del subsuelo. Este método se basa en la medición de la resistividad eléctrica de los materiales, propiedad física que depende de factores como la litología, el contenido de humedad, la porosidad y la salinidad de los fluidos presentes.

El principio del SEV consiste en la inyección de corriente eléctrica al terreno mediante un par de electrodos, mientras que otro par mide la diferencia de potencial generada. A partir de estas mediciones se obtiene la resistividad aparente del subsuelo.

Generalmente, valores altos de resistividad se relacionan con materiales más competentes o secos, como gravas, arenas compactas o roca, mientras que valores

bajos suelen indicar la presencia de arcillas, materiales finos o zonas con mayor contenido de humedad.
La interpretación de los datos obtenidos se realizó mediante el ajuste de curvas de resistividad aparente, generando modelos estratificados del subsuelo. Estos modelos permiten estimar el número de capas, su espesor y sus resistividades características. En el contexto del proyecto, esta información es fundamental para definir la geometría de los estratos, identificar niveles potencialmente saturados y evaluar condiciones geotécnicas del terreno.
En particular, los SEV contribuyeron a la delimitación de horizontes con diferente comportamiento mecánico e hidráulico, lo cual resulta clave para la planeación de obras de ingeniería, estudios de cimentación y evaluación de riesgos geológicos.

En el área de estudio, los SEV permitieron identificar cambios en las propiedades eléctricas del subsuelo, los cuales se asocian a distintas unidades geológicas.

Asimismo, proporcionaron un apoyo indirecto para la correlación con información de sondeos mecánicos y estudios geológicos de superficie.
En conjunto, la aplicación de los sondeos eléctricos verticales en Ixtapaluca permitió obtener una visión integral del subsuelo, optimizando la toma de decisiones al reducir la incertidumbre en la caracterización geológica y geotécnica del sitio.

INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA

Estratigrafía

Con base en la integración de la información geológica disponible, la interpretación geotécnica efectuada en la campaña geotécnica y los resultados de las pruebas de laboratorio, se definió la estratigrafía de la zona donde se ubica la estructura realizada; en el *Anexo 4* se incluyen los perfiles estratigráficos individuales de los sondeos. A continuación, se describen las unidades geotécnicas interpretadas:

UG1-Costra Superficial: unidad formada por arcillas de color marrón oscuro y negro de consistencia firme a muy firme, con números de golpes promedio de 13. Ocasionalmente con presencia de arenas finas y limos de una consistencia muy banda a blanda.

UG2-Arcillas Compresibles: unidad formada por arcillas de color marrón oscuro y negro de consistencia suave y blanda, con números de golpes promedio de 3. Presenta resistencia a la penetración nula en espesores de hasta 15 m.

UG3-Depósitos de Arena: Arena fina a media, de color café oscuro con tonalidades grises. Ocasionalmente con presencia de gravas no mayores a 2 cm y limos, de una compacidad media a muy densa.

Número de golpes de la prueba SPT corregido

Para la definición de los modelos geotécnicos, la interpretación se realizó con base en los valores de los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas, la información geológica disponible y el número de golpes (N_{spt}).
Debido a que durante la perforación de los sondeos, no se logró obtener muestras inalteradas, se determinó que para la obtención de los parámetros de los modelos geotéctonicos se utilizaran correlaciones, por lo que primera instancia se debe realizar una correccion al número de golpes obtenidos en campo, se utiliza la correción del N_{60} que consiste en corregir el factor de energia, donde el valor del SPT se normaliza.
En el ensayo de SPT hay varios factores que contribuyen a la variación de la cantidad de penetración estándar N a una determinada profundidad de perfiles de suelos similares. Estos factores incluyen la eficiencia de martillo, el diámetro de la perforación, el método de muestreo y el factor de longitud de la varilla (Seed et al., 1985; Skempton, 1986). Con base en las observaciones de campo se corregirá el número de golpes (N) de acuerdo con la energía de entrada y su disipación en torno a la toma de muestras, mediante la siguiente expresión:

$$N_{60} = \frac{E_m C_B C_s C_R N_{SPT}}{0.60} \qquad \textit{Ec. 1}$$

Donde:

$N_{60} =$	Valor corregido de N_{SPT}
$E_m =$	Eficiencia de martillo
$C_B =$	corrección de diámetro de la perforación
$C_s =$	corrección de muestreador
$C_R =$	corrección de longitud de la columna de barras
$N_{SPT} =$	Número de golpes de la SPT.

Factor	Equipo	Coeficiente	Corrección
Energía del martillo	Martillo original Martillo de seguridad Martillo automático	E_m	0.5 – 1.0 0.7 – 1.2 0.8 – 1.5
Diámetro de la perforación	65 – 115 mm 150 mm 200 mm	C_B	1.00 1.05 1.15
Longitud de las barras	3 – 4 m 4 – 6 m 6 – 10 m 10 – 30 m > 30 m	C_R	0.75 0.85 0.95 1.00 <1.0
Tipo de muestreador	Tubo estándar Tubo con camisa	C_S	1.00 1.1 – 1.3

Tabla 4. Factores de corrección propuestos (Skempton,1986).

Además, se involucra a la tensión vertical efectiva de referencia mediante el factor C_N, el cual se calcula con la siguiente fórmula (AASHTO LRFD, 2024):

$$C_N = [0.77\log_{10}(40/\sigma'_v)] \rightarrow C_N<2.0 \qquad \textit{Ec. 2}$$

En donde σ'_v es el esfuerzo efectivo vertical en kilolibras por pie cuadrado. Entonces, el número de golpes corregido a utilizar se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$N_{60}\, C_N = (N1)_{60} \qquad \textit{Ec. 3}$$

Se considera el uso de un martillo original, un diámetro de perforación entre los 65 y los 115 mm y un tubo estándar como muestreador. Por lo tanto, para estas correcciones de SPT:

E_m= **0.75 al tomar valor de corrección promedio.**
C_B= **1.00**
C_s= **1.00**

Determinación de parámetros

Aunado a lo anterior, se ha considerado la asignación de los parámetros mecánicos del suelo clasificándolo como un suelo con comportamiento cohesivo y friccionante, con el fin de aplicar criterios prácticos para la evaluación y diseño de las cimentaciones, conforme a las características geotécnicas observadas y la normativa vigente.
Además, aunque en los sondeos no se haya detectado nivel de aguas freáticas, es importante tener en consideración la posible saturación de los materiales del subsuelo en época de lluvias. Para efectos de este informe, los parámetros y cálculos realizados se harán considerando parámetros efectivos.
La determinación de parámetros de suelos se realiza mediante los siguientes criterios:

1. Interpretación de resultados de muestras de laboratorio.
2. Empleo de correlaciones aplicables con el método de muestreo.
3. Revisión de propiedades adaptables obtenidas de bibliografía.

A continuación, se presentan las correlaciones utilizadas para la obtención de parámetros del suelo en estudio.
Para obtener valores de cohesión, se utilizaron correlaciones que proporcionan el valor de resistencia al corte no drenada, siendo este valor el que nos proporciona la cohesión aparente del material. Las correlaciones utilizadas se muestran a continuación:

Artículo	Tipo de suelo	Su (kPa)
Sanglerat (1972)	Arcilla	12.5N
	Arcilla limosa	10N
Terzaghi & Peck (1967)	Suelo de grano fino	6.25N
Hara et al (1974)	Suelo de grano fino	29*N^0.72
Sowers (1979)	Suelo de alta plasticidad	12.5N
	Arcilla de media plasticidad	7.5N
	Suelo de baja plasticidad	3.75N
Nixon (1982)	Arcilla	12N
Sivrikaya & Togrol (2002)	Suelo de alta plasticidad	6.82N60
	Suelo de baja plasticidad	4.93N60
	Suelo de grano fino	6.18N60
Stroud (1974)	PI<20	(6-7)N
	20<PI<30	(4-5)N

Artículo	Tipo de suelo	Su (kPa)
	PI>30	4.2N
Décourt (1990)	Arcilla	12.5N
Ajayi & Balogun (1988)	Suelo de grano fino	1.39N+74.2
Hettiarachchi & Brown (2009)	Suelo de grano fino	4.1N60

Donde: N= Número de golpes en los 30 centímetros intermedios de la prueba SPT, PI = Índice de plasticidad, N60 = Número de golpes en los 60 cm de perforación de la SPT, Su= Resistencia al corte no drenada.

Tabla 5. Correlaciones para el cálculo de resistencia no drenada (Varios Autores).

Para obtener el valor del ángulo de fricción en las unidades friccionantes se utilizó la relación marcada en la siguiente tabla, para el caso de la unidad de depósitos profundos.

Suelo	Tipo de prueba*		
	No consolidada no drenada, UU	Consolidada no drenada, CU	Consolidada Drenada, CD
Grava			
Tamaño medio	40 – 55°		40 – 55°
Arenosa	35 – 50°		35 – 50°
Arena			
Seca suelta	28 – 34°		
Saturada suelta	28 – 34°		
Densa seca	35 – 46°		43 – 50°
Densa saturada	1 – 2° menos que la arena seca densa		43 – 50°
Limo o limo arenoso			
Suelto	20 – 22°		27 – 30°
Denso	25 – 30°		30 – 35°
Arcilla	0° si está saturada	3 – 20°	20 – 42°

Notas:
*Revisar el manual de pruebas de laboratorio para una descripción de los ensayos triaxiales. (Bowles, 1992).
1.- Usar valores mayores si γ incrementa.

2.- Usar valores mayores para partículas angulares.
3.- Usar valores mayores para arenas bien graduadas y mezclas con grava (GW, SW).
4.- Valores promedio para gravas, 35°-38°, arenas, 32°-34°.

Tabla 6. Valores representativos del ángulo de fricción interna. (Bowles, 1987)..

Para definir el valor del módulo de elasticidad se emplearon las correlaciones presentadas en las siguientes tablas.

Autor	E (kg/cm2)
Schmertmann (1982)	$8(\mathrm{N1})_{60}$
Bowles (1988)	$10(7.5+(0.5(\mathrm{N1})_{60}))$
Beguemnn (1996)	$12((\mathrm{N1})_{60}+6)$ →Si $(\mathrm{N1})_{60}<15$
	$40+12((\mathrm{N1})_{60}-6)$ → Si $(\mathrm{N1})_{60}>15$

Tabla 7. Correlación para el módulo de elasticidad a partir del número de golpes corregido de la prueba SPT (Varios Autores)..

Para obtener los valores del módulo de Poisson, se utilizan los valores presentados por Bowles, 1987.

Tipo de suelo	ν
Arcilla, saturada	0.4 – 0.5
Arcilla, no saturada	0.1 – 0.3
Arena arcillosa	0.2 – 0.3
Limo	0.3 – 0.35
Arena, arena con grava	0.1 – 0.5
Roca	0.1 – 0.4 (Depende del tipo de roca)
Loess	0.1 – 0.3
Hielo	0.36
Concreto	0.15
Acero	0.33

Tabla 8. Rangos para la relación de Poisson (Modificado de Bowles, 1987)..

Modelo geotécnico

A partir de los registros de exploración in situ, la inspección visual en campo, las correlaciones mencionadas y las pruebas de laboratorio se definieron parámetros para cada uno de los apoyos en los que se cuenta con sondeo directo; cabe mencionar que si bien en estos se puede tener una correlación de acuerdo al tipo de material que se tiene, se toma en cuenta el número de golpes obtenido en el sondeo más desfavorable para la asignación de parámetros geotécnicos, a continuación se presentan los modelos geotécnicos aplicados a cada apoyo de la estructura estudiada.

Unidad	Profundidad [m]		Espesor	SUCS	g*	N	C*	Phi*	E*	v*
	De	a	[m]		[t/m^3]		[t/m^2]	[°]	[t/m^2]	Adim.
UG-1	0.00	4.05	4.05	CH	1.85	13	3.00	5.0	350	0.38
UG-2	4.05	27.85	23.08	CH	1.10	5	2.00	3.0	600	0.40
UG-3	27.85	45.00	21.20	SC	1.65	50	8.00	20.0	2500	0.36

Donde: γ= peso volumétrico natural, c= resistencia no drenada o cohesión, ϕ= ángulo de fricción interna, E= módulo de elasticidad, ν= relación de Poisson.
*Parámetros obtenidos con correlaciones bibliográficas. Para este caso se consideran materiales puramente cohesivos o friccionantes de acuerdo al porcentaje de suelo fino de las unidades, el número de golpes y el criterio en base a la experiencia.

Tabla 9. Modelo geotécnico para el viaducto.

Condiciones hidráulicas

A partir de la observación durante la exploración geotécnica se conforma la siguiente tabla con la identificación de los diferentes niveles freáticos en la zona.

Sondeo	Lectura	Lectura en m
SPT-V-01	09-Abril-2026	3.52
SPT-V-02	09-Abril-2026	4.20
SPT-V-03	09-Abril-2026	3.74
SPT-V-04	09-Abril-2026	3.76
SPT-V-08	09-Abril-2026	2.90
SPT-V-10	09-Abril-2026	2.95
SPT-V-11	09-Abril-2026	3.51

Sondeo	Lectura	Lectura en m
SPT-V-12	09-Abril-2026	3.85
SPT-V-13	09-Abril-2026	3.90

Tabla 10. Profundidades del nivel freático.

Condiciones sísmicas

Con el objeto de determinar el coeficiente sísmico del sitio en estudio, se empleó la metodología descrita en la sección Diseño por Sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de CFE (CDS – MDOC 2015) empleando el software PRODISIS v4.1, donde se obtiene el valor de la aceleración máxima a nivel del terreno y el espectro de diseño específico. Para obtener la zonificación sísmica necesaria para realizar el espectro de diseño trasparente se utilizan las coordenadas centrales de la estructura en estudio; en la Figura 5 se presenta la zonificación obtenida, la cual se ubica dentro de la Zona Sísmica C.

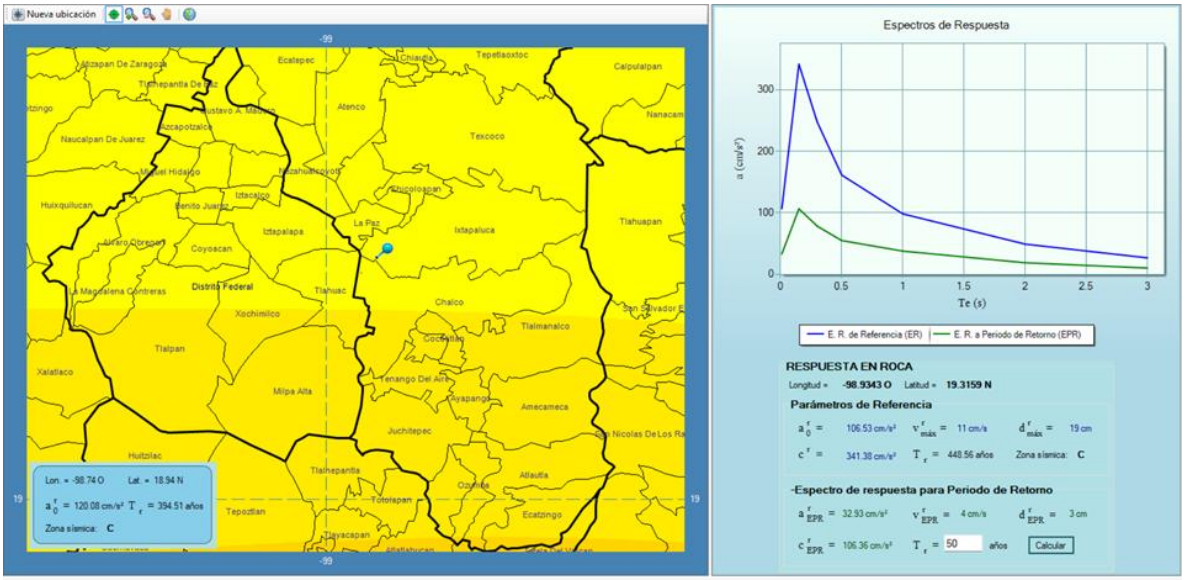


Figura 5. Ubicación del sitio en estudio PRODISIS v4.

El espectro de diseño se obtuvo considerando suelo tipo II e importancia estructural A, obteniendo una aceleración pico del terreno de a_0 = 0.38. Posteriormente, en la ventana “Estructuras y Amortiguamiento” se modificó al espectro anterior por los efectos de sitio y factores que toman en cuenta las propiedades de ductilidad, sobrerresistencia, redundancia y amortiguamiento. Para el caso específico de este puente, se manejó un valor de Q = 1, R0 = 1.5 y un amortiguamiento del 5%. Con estas modificaciones la nueva aceleración pico del terreno es a0 = 0.155.

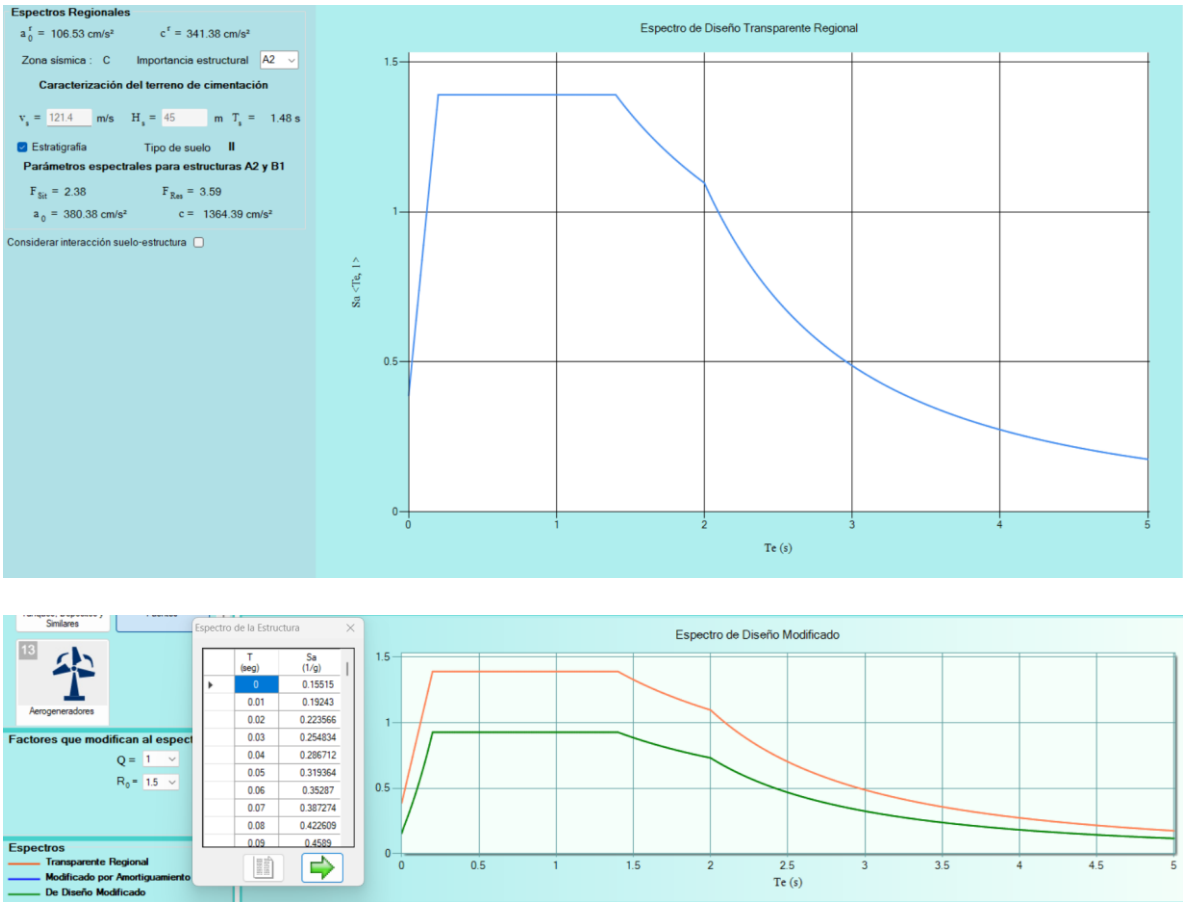


Figura 6. Espectro de diseño transparente Regional (PRODISIS).

El coeficiente sísmico horizontal k_h, normalizado con respecto a la aceleración de la gravedad, estará dado por:

$$k_h = \frac{a(0,\beta)}{1 + 2a(0,\beta)}$$

Donde:
$a(0,\beta)$ es la aceleración máxima del terreno normalizada, evaluada en $T_e = 0$.
De acuerdo a los datos de PRODISIS obtenidos, el valor del coeficiente horizontal es igual a 0.118.

CAPACIDAD DE CARGA EN PILAS DE CIMENTACIÓN

Capacidad de carga por adherencia lateral (Suelos Cohesivos)

La capacidad de carga por adherencia lateral, Cf, para suelos cohesivos se calculará como:

$$C_f = P_p\, F_R \sum_{i=1}^{m} \alpha_i\, c_{ui}\, L_i \qquad \textit{Ec. 4}$$

donde:
P_p= es el perímetro del pilote o pila o de la envolvente del grupo o subgrupo de pilotes o pilas;
F_R= se tomará igual a 0.65, salvo para pilotes hincados en perforación previa (inciso 7.1.3.2);
m= número de estratos cohesivos a lo largo del fuste del pilote o pila;
α_i= es el coeficiente de adherencia lateral elemento–suelo del estrato i;
c_{ui}= es la cohesión media aparente determinada en ensayo triaxial no–consolidado no–drenado (UU) del estrato i
L_i= es la longitud del pilote o pila correspondiente al estrato i;

El coeficiente αi se calculará como:

$$\alpha_i = 0.5\sqrt{\frac{\bar{p}_{vi}}{c_{ui}}} \qquad \textit{Ec. 5}$$

donde:
$\bar{p}_{vi}$= es la presión vertical efectiva debida al peso del suelo a la profundidad media del estrato i; los valores mínimos y máximos de αi serán de 0.3 y 1, respectivamente.

Capacidad de carga por fricción lateral (Suelos friccionantes)

La capacidad de carga por fricción lateral, Cf, para suelos friccionantes, se calculará como:

$$C_f = P_p\, F_R \sum_{i=1}^{m} \bar{p}_{vi}\, \beta_i\, L_i \qquad \text{Ec. 6}$$

donde:
F_R= se tomará igual a 0.65;
m= número de estratos friccionantes a lo largo del fuste del pilote o pila;
β_i = es el coeficiente de fricción elemento–suelo en el estrato i, que se estimará como:

$$\beta_i = 1.5 - 0.24\sqrt{z_i}; \quad 0.25 \leq \beta \leq 1.2 \qquad \text{Ec. 7}$$

donde:
z_i= es la profundidad media del estrato i.

Capacidad de carga por punta (Suelos Cohesivos)

La capacidad de carga por punta, Cp, para suelos cohesivos se calculará como:

$$C_p = (c_u\, N_c^*\, F_R + p_v) A_p \qquad \text{Ec. 8}$$

Donde:
A_p= es el área transversal de la base de la pila o del pilote;
p_v= es la presión vertical total debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de los pilotes o pilas;
F_R= se tomará igual a 0.65;
c_u= es la cohesión aparente del suelo de apoyo determinada en ensayo triaxial no–consolidado no–drenado (UU) y
N_c^*= es el coeficiente de capacidad de carga definido en la tabla 3.5.1.

Tabla 3.5.1 Coeficiente N_c^*

φ_u	0°	5°	10°
N_c^*	7	9	13

φ_u=es el ángulo de fricción aparente;

Tabla 11. Valor de Nmax y Nmin para el cálculo de Nq. Obtenida de tabla Tabla 3.5.2 (NTC DC 2023.*

Capacidad de carga por punta (Suelos Cohesivos)

La capacidad de carga de un pilote o pila, Cp, apoyado en un estrato friccionante se calculará de preferencia a partir de los resultados de pruebas de campo calibradas mediante pruebas de carga realizadas sobre los propios pilotes o pilas (Método D). En las situaciones en las que se cuente con suficientes resultados de pruebas de laboratorio realizadas sobre muestras de buena calidad y que exista evidencia de que la capa de apoyo sea homogénea, la capacidad de carga podrá estimarse como sigue:

$$C_p = (\bar{p}_{vi}\, N_q^{\,*}\, F_R + p_v) A_p \qquad \text{Ec. 9}$$

donde:
$\bar{p}_{vi}$= es la presión vertical efectiva debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de los pilotes o pilas;
$N_q^{\,*}$ = es el coeficiente de capacidad de carga definido por:

$$N_q^{\,*} = N_{min} + L_e \frac{N_{máx} - N_{min}}{4B \tan\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)} \qquad \text{Ec. 10}$$

cuando $L_e/B \leq 4B \tan\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)$; o bien

$$N_q^{\,*} = N_{máx} \qquad \text{Ec. 11}$$

cuando $L_e/B > 4B \tan\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)$

φ	20°	25°	30°	35°	40°	45°
$N_{máx}$	12.5	26	55	132	350	1000
N_{min}	7	11.5	20	39	78	130

Tabla 12. Valor de Nmax y Nmin para el cálculo de Nq. Obtenida de tabla Tabla 3.5.2 (NTC DC 2023.*

Donde:
L_e= es la longitud del pilote o pila empotrada en el estrato friccionante;
B= es el ancho o diámetro equivalente de los pilotes;
φ= es el ángulo de fricción interna, con la definición del inciso 3.3.1.A.a; y

F_R= se tomará igual a 0.35.

Resultados

Se calcula la capacidad de carga para las pilas proyectadas. Se proponen diferentes diámetros y profundidades de desplante. En las tablas se muestran las resistencias por punta, fuste, compresión y tensión para las condiciones estática y sísmica para cada uno de los apoyos.

D (m) (m)	Le (m)	Cf (Ton)	Cp (Ton)	R (F + P) (Ton)	Área [m²]	q [ton/m²]
1.00	38.00	181.2	146.2	327.41	0.79	416.87
	39.00	190.7	152.1	342.77	0.79	436.43
	40.00	200.5	158.0	358.53	0.79	456.49
	41.00	210.7	164.0	374.68	0.79	477.06
	42.00	221.3	169.9	391.24	0.79	498.14
	43.00	232.3	175.9	408.19	0.79	519.72
1.20	38.00	217.5	210.5	427.97	1.13	378.41
	39.00	228.8	219.0	447.83	1.13	395.97
	40.00	240.6	227.6	468.16	1.13	413.95
	41.00	252.8	236.1	488.98	1.13	432.35
	42.00	265.6	244.7	510.27	1.13	451.17
	43.00	278.8	253.2	532.03	1.13	470.42
1.50	38.00	271.9	328.9	600.74	1.77	339.95
	39.00	286.0	342.2	628.23	1.77	355.51
	40.00	300.7	355.6	656.32	1.77	371.40
	41.00	316.1	368.9	685.01	1.77	387.64
	42.00	332.0	382.3	714.29	1.77	404.21
	43.00	348.5	395.7	744.17	1.77	421.12

Tabla 13. Detalle de apoyos del viaducto.

Estado límite de falla

Se verificará, para la cimentación en su conjunto de acuerdo al reglamento de construcciones de la CDMX con respecto a las normas técnicas complementarias para diseño de cimentaciones. Para cada uno de los diversos grupos de pilotes o pilas y para cada elemento individual, el cumplimiento de la desigualdad siguiente ante las distintas combinaciones de acciones verticales consideradas:

$$\sum Q\ F_c \leq R \qquad \text{Ec. 12}$$

Donde:

$\sum Q\ F_c$= es la suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, afectada por su correspondiente factor de carga. Las acciones incluirán el peso propio de la subestructura y de los pilotes o pilas.
R= es la capacidad de carga reducida (es decir afectada por el factor de resistencia correspondiente), cuyo valor será:

1. Para la revisión de cada pilote o pila individual, igual a la capacidad de carga de punta más la capacidad de adherencia del elemento considerado;
2. Para la revisión de los diversos subgrupos de pilotes o pilas en que pueda subdividirse la cimentación, igual a la suma de las capacidades de carga individuales por punta más la capacidad de adherencia de una pila de geometría igual a la envolvente del subgrupo de elementos considerados; y
3. Para la revisión de la cimentación en su conjunto, igual a la suma de las capacidades de carga individuales por punta de los pilotes o pilas más la capacidad de adherencia de una pila de geometría igual a la envolvente del conjunto de elementos considerados.

Para evaluar R, se recurrirá a métodos analíticos, pruebas de campo, análisis límite, modelación numérica, pruebas de campo evaluadas en campo o en experiencia local comprobable.

Se verifica que la presión de contacto derivada de la combinación de carga más desfavorable sea menor que la capacidad de carga afectada por el factor de reducción correspondiente. Para este método se utiliza la lo establecido en las normas técnicas para diseño de cimentaciones. En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características de la cimentación en la estructura.

Tipo	Elemento	D	Le	Ap	$\sum Q F_c$	R	Revisión
		m	m	m²	ton	ton	
Pilas	Est 2	1.50	41.00	1.77	428.0	685.0	Cumple
Pilas	Est 3	1.50	41.00	1.77	643.0	685.0	Cumple
Pilas	Est 4	1.20	42.00	1.13	412.0	451.17	Cumple
Pilas	Est 5	1.20	42.00	1.13	450.0	451.17	Cumple
Pilas	Est 6	1.20	42.00	1.13	448.0	451.17	Cumple
Pilas	Est 7	1.20	42.00	1.13	402.0	451.17	Cumple
Pilas	Est 8	1.50	41.00	1.77	661.0	685.0	Cumple
Pilas	Est 9	1.50	41.00	1.77	650.0	685.0	Cumple
Pilas	Est 10	1.50	41.00	1.77	415.0	685.0	Cumple

Tabla 14. Revisión de estados límite de pilas.

ASENTAMIENTOS EN PILAS DE CIMENTACIÓN

Cálculo de asentamientos en pilas

Asentamientos inmediatos

Uno de los métodos más usados para calcular el asentamiento de un piloteo pila aislado es el conocido como semiempírico (Vesic, 1977) que utiliza la ecuación:

$$St = Sp + Sps + Se$$

En la que:

$$Sp = \frac{C_p Q_{ap}}{B q_p} \qquad Sps = \frac{C_s Q_{as}}{L_s q_p} \qquad Se = \frac{(Q_{ap} + \alpha_s Q_{as})L}{A_p E_p}$$

Donde

S_t asentamiento total de un pilote o pila.

S_p asentamiento en la punta del pilote, causado por la carga transmitida a ésta.

S_{ps} asentamiento provocado por la carga transmitida a lo largo del fuste del

S_e deformación elástica del pilote

C_p coeficiente empírico de punta dado en la tabla siguiente:

Tipo de suelo	Pilotes hincados	Pilotes en perforaciones Previas
Arena (compacta a suelta)	0.02 – 0.18	**0.09 – 0.18**
Limo (compacto a suelto)	0.03 – 0.05	**0.09 – 0.12**
Arcilla (dura a blanda)	**0.02 – 0.03**	**0.03 – 0.06**

Q_{ap} carga neta admisible ó de trabajo en la punta del pilote

B diámetro del pilote

q_p capacidad de carga última, unitaria, de punta

C_s coeficiente empírico por fricción lateral, calculado con la ecuación siguiente:

$$Cs = 0.93 + 0.16\sqrt{\frac{L_s}{B}}Cp$$

Q_{as} carga permisible o de trabajo en el fuste del pilote

α_s coeficiente que depende de la distribución de la fricción lateral a lo largo del pilote ≈ 0.67

L_s longitud del pilote donde actúa la fricción lateral

A_p área de la sección transversal del pilote

L longitud total del pilote

E_p módulo de elasticidad del pilote

La determinación de las cargas Q_{ap} y Q_{sp} se toman mediante el siguiente criterio.

Condición	Q_{ap}	Q_{sp}
$\sum \boldsymbol{Q_p \geq R_s}$	$\sum Q_p - R_s$	R_s
$\sum \boldsymbol{Q_p \leq R_s}$	$\sum Q_p \left(\frac{R_p}{R_s + R_p}\right)$	$\sum Q_p \left(\frac{R_s}{R_s + R_p}\right)$

Donde: SQ_p= la suma de cargas que afectan al pilote, provenientes del análisis estructural, R_s= Capacidad de carga por fricción correspondiente a un Fr=1 y R_p= Capacidad de carga por punta correspondiente a un Fr=1

Resultados

Se calculan los asentamientos para las pilas de cimentación; para ello, se emplean las capacidades de carga emitidas por el análisis estructural en el apartado anterior al igual que las descargas de cada apoyo. En las siguientes tablas se muestran los asentamientos calculados.

D (m)	L (m)	Q_{adm} Compresión (t/m^2)	Asentamiento (cm)
0.80	38.00	660.00	14.27
	39.00	660.00	14.23
	40.00	660.00	14.18
	41.00	660.00	14.12
	42.00	660.00	14.07
1.00	38.00	660.00	12.50
	39.00	660.00	12.46
	40.00	660.00	12.41
	41.00	660.00	12.36
	42.00	660.00	12.30
1.20	38.00	660.00	18.85
	39.00	660.00	11.27
	40.00	660.00	7.76
	41.00	660.00	6.20
	42.00	660.00	5.23
1.50	38.00	660.00	9.77
	39.00	660.00	9.74
	40.00	660.00	9.70
	41.00	660.00	9.66
	42.00	660.00	9.61

Tabla 15 Asentamientos elásticos para el caso más desfavorable..

Estado límite de Servicio

La revisión de las deformaciones permisibles se realiza de acuerdo a lo indicado en la normativa. Se considera la descarga de servicio máxima transmitida reportada en el informe estructural. El valor de referencia para el asentamiento se considera de 15 cm, puesto que es una estructura colindante en un terreno ubicado en zona II y III.

Tabla 3.1.1 Límites máximos para movimientos y deformaciones originados en la cimentación[1]

a) Movimientos verticales (hundimiento o emersión)		
Concepto		Límite
En la zona I:		
Valor medio en el área ocupada por la construcción:		
Asentamiento:	Construcciones aisladas	50 mm [2]
	Construcciones colindantes	25 mm
En las zonas II y III:		
Valor medio en el área ocupada por la construcción:		
Asentamiento:	Construcciones aisladas	300 mm [2]
	Construcciones colindantes	150 mm
Emersión:	Construcciones aisladas	300 mm [2]
	Construcciones colindantes	150 mm
Velocidad del componente diferido		10 mm/semana

b) Inclinación media de la construcción		
Tipo de daño	Límite	Observaciones
Inclinación visible	$100 / (100 + 3h_c)$ por ciento	h_c = altura de la construcción en m
Mal funcionamiento de grúas viajeras	0.3 por ciento	En dirección longitudinal

c) Deformaciones diferenciales en la propia estructura y sus vecinas (véase tabla 6.2 de las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones)

[1] Comprende la suma de movimientos debidos a todas las combinaciones de carga que se especifican en el Reglamento y las Normas Técnicas Complementarias. Los valores de la tabla son sólo límites máximos y en cada caso habrá que revisar que no se cause ninguno de los daños mencionados al principio de este Capítulo.
[2] En construcciones aisladas será aceptable un valor mayor si se toma en cuenta explícitamente en el diseño estructural de los pilotes y de sus conexiones con la subestructura.

Tabla 16. Tabla de límites máximos para movimientos y deformaciones de la cimentación (Obtenida de las NTC-DC-CDMX, 2023)..

La revisión de las deformaciones permisibles se realiza de acuerdo a lo indicado en el reglamento de construcciones. Se considera la descarga de servicio máxima transmitida reportada en el informe estructural. El valor de referencia para el asentamiento se considera de 15 cm, puesto que es una estructura colindante en un terreno ubicado en zonas II y III.

Tipo	Elemento	D m	L_e m	A_p m²	δ ton/m²	δ_{adm} ton/m²	Revisión
Pilas	Est 02	1.50	41.00	1.77	10.87	15.0	Cumple
Pilas	Est 03	1.50	41.00	1.77	10.87	15.0	Cumple
Pilas	Est 04	1.20	42.00	1.13	12.20	15.0	Cumple
Pilas	Est 05	1.20	42.00	1.13	12.20	15.0	Cumple
Pilas	Est 06	1.20	42.00	1.13	12.20	15.0	Cumple
Pilas	Est 07	1.20	42.00	1.13	12.20	15.0	Cumple
Pilas	Est 08	1.50	41.00	1.77	10.87	15.0	Cumple
Pilas	Est 09	1.50	41.00	1.77	10.87	15.0	Cumple
Pilas	Est 10	1.50	41.00	1.77	10.87	15.0	Cumple

Tabla 17. Revisión de estados límite de servicio.

MODULOS DE REACCIÓN EN PILAS DE CIMENTACIÓN

Cálculo de módulo de reacción vertical

El coeficiente de balastro recomendado para tomar en cuenta la interacción suelo-estructura, para el diseño estructural de elementos, se determinó utilizando la siguiente expresión:

$$k = \frac{q}{\delta}$$

Donde:

- q presión sobre la losa, en (kg/cm^2)
- δ asentamiento del suelo bajo la cimentación, en (cm).

En la siguiente tabla se muestran los

D (m)	L (m)	Q_{adm} Compresión (kPa)	Asentamiento (cm)	K_v (kN/m^3)
0.80	38.00	660.00	14.27	4625.95
	39.00	660.00	14.23	4639.23
	40.00	660.00	14.18	4654.97
	41.00	660.00	14.12	4672.81

D (m)	L (m)	Q_{adm} Compresión (kPa)	Asentamiento (cm)	K_v (kN/m^3)
	42.00	660.00	14.07	4692.46
1.00	38.00	660.00	12.50	5277.95
	39.00	660.00	12.46	5295.73
	40.00	660.00	12.41	5316.21
	41.00	660.00	12.36	5339.04
	42.00	660.00	12.30	5363.89
1.20	38.00	660.00	18.85	3502.11
	39.00	660.00	11.27	5855.06
	40.00	660.00	7.76	8501.67
	41.00	660.00	6.20	10641.32
	42.00	660.00	5.23	12619.85
1.50	38.00	660.00	9.77	6754.95
	39.00	660.00	9.74	6778.90
	40.00	660.00	9.70	6805.84
	41.00	660.00	9.66	6835.41
	42.00	660.00	9.61	6867.31

Tabla 18. Detalle de apoyos del viaducto.

Cálculo de módulo de reacción horizontal

Para la estimación preliminar del módulo de reacción horizontal del suelo se empleó el enfoque de curvas *p*−*y* para pilas sometidas a carga lateral. Este método permite representar de forma simplificada la respuesta no lineal del suelo mediante una relación entre la reacción lateral del terreno por unidad de longitud, *p*, y el desplazamiento lateral de la pila,*y*.

Para suelos cohesivos, la formulación empleada se basa en el criterio tipo Matlock/API, donde la resistencia lateral última por unidad de longitud se define como:

$$p_u = min\left[\left(3 + \frac{\sigma_v'}{S_u} + \frac{Jz}{B}\right) S_u\, B, 9\, S_u\, B\right] \qquad \textit{Ec. 13}$$

Donde:

p_u= es la resistencia lateral última por unidad de longitud de pila,
σ_v'= es el esfuerzo vertical efectivo a la profundidad considerada,
S_u= es la resistencia no drenada del suelo,
J= es un coeficiente empírico,
z= es la profundidad, y
B= es el diámetro de la pila.

La relación carga-deformación se expresa como:

$$p = 0.5\, p_u \left(\frac{y}{y_{50}}\right)^{1/3} \qquad \textit{Ec. 14}$$

Con $p \leq p_u$

El desplazamiento característico y_{50} se obtuvo mediante:

$$y_{50} = 2.5\varepsilon_{50}B \qquad \textit{Ec. 15}$$

Donde:

ε_{50}= corresponde a la deformación unitaria axial asociada al 50% del esfuerzo desviador máximo en un ensayo triaxial. Este parámetro controla principalmente la rigidez inicial de la curva p−y. Valores mayores de ε_{50} representan un suelo más deformable y, por tanto, conducen a menores módulos de reacción horizontal.

Para obtener un módulo de balasto horizontal equivalente se utilizó una rigidez secante evaluada en $y=y_{50}$. Por lo tanto, el módulo de reacción horizontal se calculó como:

$$k_h = \frac{0.5 p_u}{y_{50} B} \qquad \textit{Ec. 16}$$

Para evaluar un caso conservador se incrementó el valor de ε_{50}, ya que esto aumenta el desplazamiento característico y_{50} y reduce el módulo k_h. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

D (m)	Estrato	Costra arcillosa	Arcilla compresible	Arena arcillosa / toba
1.2	p_u (t/m)	20-26	20	135
	ε_{50} base	0.007	0.01	0.005

D (m)	Estrato	Costra arcillosa	Arcilla compresible	Arena arcillosa / toba
	y_{50} base (m)	0.0263	0.0375	0.0188
	k_h base (t/m3)	254-330	178	2400
	ε_{50} cons	0.01	0.02	0.01
	y_{50} cons (m)	0.0375	0.075	0.0375
	k_h cons (t/m3)	178-231	89	1200
1.5	p_u (t/m)	16-20.8	16	108
	ε_{50} base	0.007	0.01	0.005
	y_{50} base (m)	0.021	0.03	0.015
	k_h base (t/m3)	317-413	222	3000
	ε_{50} cons	0.01	0.02	0.01
	y_{50} cons (m)	0.03	0.06	0.03
	k_h cons (t/m3)	222-289	111	1500

Tabla 19. Estimación de módulos horizontales.

CONCLUSIONES

El análisis geotécnico del sitio evidencia un perfil estratigráfico altamente representativo de las condiciones lacustres del Valle de México, en el cual la presencia de una costra superficial relativamente rígida sobreyace a un espesor considerable de arcillas altamente compresibles, subyacidas a su vez por un estrato granular competente . Desde una perspectiva avanzada, el comportamiento del sistema de cimentación no está gobernado por la resistencia última de los materiales, sino por la respuesta deformacional de la unidad arcillosa intermedia, cuya baja resistencia y elevada compresibilidad condicionan el desempeño global del sistema suelo–estructura. Este contexto geotécnico implica que cualquier solución de cimentación superficial resulta inviable, justificando plenamente la adopción de pilas profundas como mecanismo de transferencia de carga hacia estratos más competentes.

El diseño de las pilas refleja un comportamiento mixto en términos de mecanismos resistentes, donde la fricción lateral desarrollada en los estratos cohesivos superiores contribuye de manera significativa en la capacidad axial, mientras que la resistencia por punta en el estrato granular profundo constituye el componente dominante para garantizar la estabilidad global . Esta dualidad implica una movilización progresiva de la resistencia, en la que la interacción entre deformaciones del fuste y rigidez del estrato de apoyo resulta crítica. No obstante, la presencia de arcillas blandas de gran espesor introduce la posibilidad de desarrollar fricción negativa a lo largo del fuste, particularmente bajo condiciones de consolidación inducida por cargas estructurales o variaciones del nivel freático, lo cual puede incrementar las solicitaciones axiales y reducir el margen de seguridad efectivo del sistema.

Si bien los análisis realizados indican que los asentamientos estimados se mantienen dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa vigente, es importante reconocer que dichos valores corresponden principalmente a condiciones de corto plazo y a estimaciones basadas en correlaciones empíricas . En este sentido, existe una incertidumbre inherente asociada a la evolución de deformaciones a largo plazo, particularmente en relación con fenómenos de consolidación secundaria y creep, característicos de arcillas de alta plasticidad. Por ello, el cumplimiento de los estados límite de servicio debe interpretarse con cautela, ya que el comportamiento diferido podría generar redistribuciones de esfuerzos y deformaciones adicionales no completamente capturadas en el análisis preliminar. Adicionalmente, el enfoque de diseño tipo fast track adoptado en el estudio introduce un nivel relevante de incertidumbre, al basarse en gran medida en correlaciones derivadas de pruebas SPT y en parámetros típicos regionales ante la

ausencia de una caracterización completa de laboratorio . Desde un punto de vista geotécnico avanzado, esta condición implica que el modelo del subsuelo y los parámetros de diseño deben considerarse como aproximaciones iniciales susceptibles de ajuste, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias de validación durante la etapa constructiva, tales como pruebas de carga, instrumentación o control estricto de calidad.

En el ámbito sísmico, la ubicación del proyecto en una zona con respuesta dinámica significativa, combinada con la presencia de suelos blandos, sugiere una posible amplificación de las ondas sísmicas y una reducción de la rigidez del suelo bajo cargas cíclicas . Esto implica que la interacción suelo–estructura adquiere un carácter altamente no lineal, particularmente en la respuesta lateral de las pilas, donde la degradación de la rigidez y la movilización progresiva de resistencia deben ser cuidadosamente consideradas en el análisis estructural.

Finalmente, más allá de la validez analítica del diseño, el éxito del sistema de cimentación depende en gran medida de la correcta ejecución constructiva. Las condiciones geotécnicas del sitio, caracterizadas por niveles freáticos someros y arcillas blandas, incrementan significativamente el riesgo de inestabilidades durante la perforación, desviaciones de verticalidad y defectos en el colado del concreto . En consecuencia, el proyecto debe entenderse como un sistema donde la calidad del control constructivo y la supervisión geotécnica continua son factores determinantes para garantizar el desempeño esperado de la cimentación, en un contexto donde las incertidumbres inherentes al subsuelo juegan un papel preponderante.

RECOMENDACIONES

Consideraciones Generales

- En caso de presentarse condiciones geotécnicas distintas a las reportadas (cambios en estratigrafía, presencia de lentes arenosos, variaciones en NAF, pérdidas de estabilidad), se deberá **suspender el avance y notificar inmediatamente** para su evaluación técnica.
- La profundidad final de desplante y dimensiones estructurales de las pilas deberán ajustarse al **proyecto estructural definitivo**.
- Debido a la presencia de **arcillas de alta plasticidad de gran espesor (~35 m)**, se deberá considerar:
    - Deformaciones laterales durante perforación
    - Pérdida de verticalidad

- Se recomienda la **supervisión permanente de un especialista en geotecnia**, quien deberá:
  - Verificar condiciones reales del terreno
  - Autorizar profundidad final
  - Validar el estrato de empotramiento en arenas
  - Controlar calidad del proceso constructivo

Pilas de cimentación

Trazo y Preparación

- Se ubicará con precisión el eje de cada pila mediante topografía de alta precisión.
- Se realizará limpieza total del área, retirando materiales orgánicos, rellenos sueltos y obstáculos.
- Se habilitará una **plataforma de trabajo estable**, considerando la baja capacidad portante superficial.

Perforación

- La perforación se ejecutará con **equipo rotatorio hidráulico de alto torque**, adecuado para profundidades mayores a 40 m.
- Debido al NAF somero (~3 m) y a la presencia de arcillas blandas:
  - Se deberá utilizar **camisa (ademe) temporal o permanente**, o bien
  - **Lodos estabilizadores (bentonita/polímero)** para evitar colapsos
- Durante la perforación se deberá:
  - Verificar **verticalidad** al menos cada 5 m (tolerancia recomendada ≤ 1%)
  - Controlar diámetro efectivo del barreno
  - Evitar estrangulamientos o sobre excavaciones
- Se debe tener especial cuidado con:
  - Colapsos locales en arcillas blandas
  - Ingreso de agua y arena en la zona de empotramiento
  - Fluencia lateral del suelo

Control Estratigráfico

- Se deberá llevar un **registro continuo de perforación (bitácora geotécnica)** que incluya:
  - Tipo de suelo por profundidad
  - Consistencia de arcillas
  - Presencia de arenas o lentes
  - Nivel freático observado
- El estrato de empotramiento deberá corresponder a:
  - **Arena fina limosa competente**
  - Con suficiente densidad para desarrollar resistencia por punta

Limpieza del Fondo

- Al alcanzar la profundidad de proyecto:
  - Se realizará limpieza con **bote desazolvador**
  - Se deberá garantizar un fondo libre de sedimentos
- Criterio recomendado:
  - Espesor máximo de sedimentos: **≤ 5 cm**

Colocación del Acero de Refuerzo

- El armado deberá:
  - Contar con separadores suficientes para garantizar recubrimiento
  - Estar rigidizado para evitar deformaciones durante el izaje
- Se deberá prevenir:
  - **Flotación del acero** (muy probable en presencia de lodos)

Colado del Concreto

- El colado se realizará mediante **tubo tremie**, bajo las siguientes condiciones:
  - El tubo deberá permanecer **siempre embebido en el concreto fresco (mín. 1.5 – 2.0 m)**
  - Se iniciará el colado desde el fondo sin interrupciones
  - Se evitará la segregación o contaminación con lodos
- El concreto deberá ser:
  - Alta fluidez (revenimiento ≥ 18 cm)
  - Resistente a segregación
  - Diseñado para colocación bajo agua
- Se deberá minimizar el tiempo entre:
  - Fin de perforación
  - Colocación del acero
  - Inicio del colado

Control de Calidad

Se deberá llevar registro detallado de:

- Profundidad final
- Volumen teórico vs real de concreto
- Verticalidad
- Tipo de suelo encontrado
- Tiempo de ejecución

Pruebas de Integridad

Dado el riesgo elevado de defectos por profundidad:

- Se recomienda realizar:
  - **Pruebas Cross Hole (ultrasónicas)** (preferente)
  - **PIT (Pile Integrity Test)** como complemento
- Especialmente en pilas sin ademe permanente

Consideraciones Especiales por Arcillas Blandas

- Evaluar efectos de:

    - **Fricción negativa**
    - Consolidación a largo plazo
    - Arrastre del fuste
- Se podrá considerar:
    - Recubrimientos o tratamientos para reducir fricción negativa
    - Sobredimensionamiento estructural

Terminación

- Una vez alcanzada la resistencia del concreto:
    - Se realizará el **descabece de pila**
    - Se colocará **plantilla de concreto pobre (≥ 5 cm)**

Referencias/Bibliografía

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2020). *LRFD bridge design specifications* (9th ed.). AASHTO.

American Petroleum Institute. (2014). *API recommended practice 2A-WSD: Planning, designing, and constructing fixed offshore platforms—Working stress design* (22nd ed.). API.

American Petroleum Institute. (2011). *API recommended practice 2GEO: Geotechnical and foundation design considerations*. API.

Budhu, M. (2011). *Soil mechanics and foundations* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Das, B. M., & Sobhan, K. (2014). *Principles of geotechnical engineering* (8th ed.). Cengage Learning.

Hardin, B. O., & Drnevich, V. P. (1972). Shear modulus and damping in soils: Design equations and curves. *Journal of Soil Mechanics & Foundations Division, ASCE, 98*(SM7), 667–692.

FHWA. (2018). *LRFD design and construction of driven pile foundations* (Report No. FHWA-NHI-16-009). Federal Highway Administration.

Hatanaka, M., & Uchida, A. (1996). Empirical correlation between penetration resistance and internal friction angle of sandy soils. *Soils and Foundations, 36*(4), 1–9.

Kulhawy, F. H., & Mayne, P. W. (1990). *Manual on estimating soil properties for foundation design* (Report EL-6800). Electric Power Research Institute.

Matlock, H. (1970). Correlations for design of laterally loaded piles in soft clay. In *Proceedings of the 2nd Offshore Technology Conference* (pp. 577–594). OTC.
Peck, R. B., Hanson, W. E., & Thornburn, T. H. (1974). *Foundation engineering* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Reese, L. C., & Van Impe, W. F. (2001). Single piles and pile groups under lateral loading. A.A. Balkema.

Stroud, M. A. (1974). *The standard penetration test in insensitive clays and soft rocks*. Proceedings of the European Symposium on Penetration Testing, 2, 367–375.

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

GrupoTYPSA
MEXTYPSA
INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

ICACISA ICACON COTRISA
CONOISA DIPESA HOLPRE

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

PCG-01

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	0+920
UTM X:	509035.34 m E
UTM Y:	2133052.99 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
A- Andesita

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El punto de control geológico se localiza aproximadamente a 55 m de distancia del trazo del proyecto. En este sitio se observa un banco de materiales en explotación.

FOTOGRAFÍA:





OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

afloramiento rocoso correspondiente a una roca ígnea de composición intermedia, probablemente andesita, de coloración café amarillenta a gris claro. La roca presenta un alto grado de fracturamiento, con discontinuidades bien definidas, predominantemente subverticales, que generan bloques de tamaño medio a grande.

Se observa un grado de meteorización moderado, evidenciado por la coloración y la desintegración superficial en algunos planos de debilidad. Las discontinuidades presentan aperturas variables y escasa a nula presencia de relleno

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · MEXTYPSA Grupo TYPSA · ICACISA · ICACON · COTRISA · CONOISA · DIPESA · HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-02

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	2+020
UTM X:	510135.28 m E
UTM Y:	2133125.49 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
La-Lacustre

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio de estudio corresponde a un tramo carretero en operación, el cual se desarrolla sobre una zona de corte en ladera, donde se observa la exposición directa del macizo rocoso adyacente al cuerpo vial. La vía presenta condiciones de tránsito activo, con carriles delimitados y elementos de confinamiento lateral.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

En el margen derecho del trazo se identifica un talud de corte subvertical, conformado por material rocoso, el cual ha sido intervenido para la construcción de la vialidad. Este talud presenta pendientes pronunciadas y evidencia de fracturamiento con protecciones geotecnicas, donde la vialidad se encuentra sobre de acuerdo a la carta geologica de INEGI sobre una zona lacustre

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · GrupoTYPSA · MEXTYPSA Ingenieros Consultores y Arquitectos · ICACISA · ICACON · CONOISA · DIPESA · HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-03

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	2+240
UTM X:	510309.19 m E
UTM Y:	2133169.24 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
La-Lacustre

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un entorno urbano con vialidad en operación, donde se observa una superficie de rodamiento pavimentada con condiciones de tránsito activo.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones observadas indican la posible presencia de materiales heterogéneos en superficie, asociados a rellenos y suelos finos, se observan

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · Grupo TYPSA · TYPSA Ingenieros Consultores y Arquitectos · ICACISA · ICACON · COTRISA · CONOISA · DIPESA · HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-04

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	2+640
UTM X:	510309.85 m E
UTM Y:	2133563.89 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
La-Lacustre

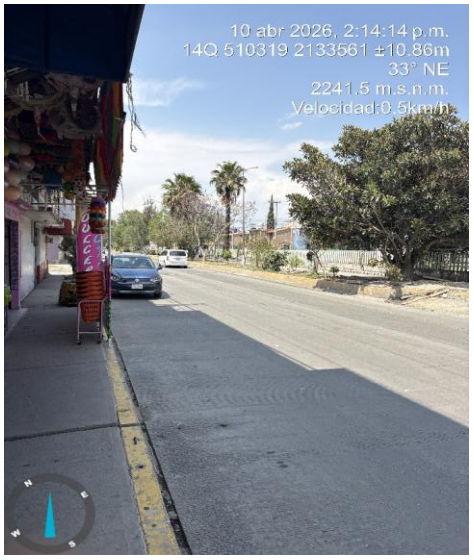
CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad en operación, con superficie de rodamiento pavimentada en aparente buen estado y presencia de tránsito vehicular ligero a moderado. La sección transversal incluye banquetas laterales y elementos de confinamiento definidos por guarniciones.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · GrupoTYPSA MEXTYPSA Ingenieros Consultores y Arquitectos · ICACISA · ICACON · COTRISA · CONOISA · DIPESA · HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-05

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	3+820
UTM X:	510329.89 m E
UTM Y:	2134752.49 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un entorno urbano consolidado, donde se observa una vialidad en operación con tránsito vehicular moderado y la presencia de infraestructura urbana asociada. En la zona central se identifica un camellón o área de uso público, parcialmente acondicionada con elementos recreativos y mobiliario urbano.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · GrupoTYPSA MEXTYPSA INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS · ICACISA ICACON COTRISA CONOISA DIPESA HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-06

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	4+080
UTM X:	510344.05 m E
UTM Y:	2135001.15 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un entorno urbano consolidado, donde se observa una vialidad en operación con tránsito vehicular moderado y la presencia de infraestructura urbana asociada. En la zona central se identifica un camellón o área de uso público.

Se observan grietas en la superficie de rodamiento, las cuales están asociadas a procesos de pérdida de soporte del terreno, probablemente derivados de la erosión interna ocasionada por fallas en las tuberías subterráneas.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · GrupoTYPSA MEXTYPSA Ingenieros Consultores y Arquitectos · ICACISA · ICACON · COTRISA · CONOISA · DIPESA · HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-07

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	4+150
UTM X:	510344.88 m E
UTM Y:	2135075.23 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco

al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad en operación, con superficie de rodamiento pavimentada en aparente buen estado y presencia de tránsito vehicular ligero a moderado. La sección transversal incluye banquetas laterales y elementos de confinamiento definidos por guarniciones.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · GrupoTYPSA MEXTYPSA · ICACISA ICACON COTRISA CONOISA DIPESA HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-08

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	4+500
UTM X:	510548.44 m E
UTM Y:	2135307.71 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco

al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:

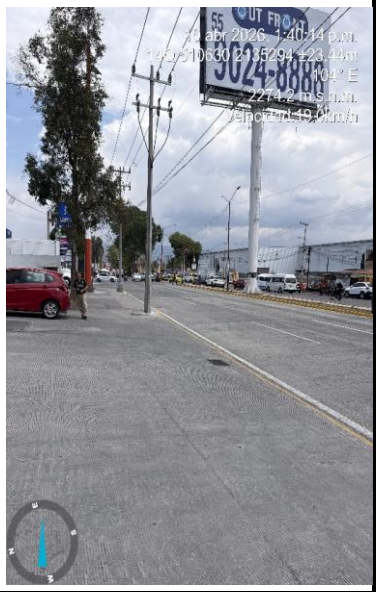


DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad primaria en operación, con múltiples carriles de circulación y presencia de tránsito vehicular moderado a alto. La sección vial cuenta con superficie pavimentada en aparente buen estado, banquetas laterales y señalización vertical, lo que indica un adecuado nivel de servicio e infraestructura.

FOTOGRAFÍA:





OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

GrupoTYPSA MEXTYPSA INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

ICACISA ICACON COTRISA CONOISA DIPESA HOLPRE

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

PCG-09

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	4+600
UTM X:	510609.96 m E
UTM Y:	2135387.05 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

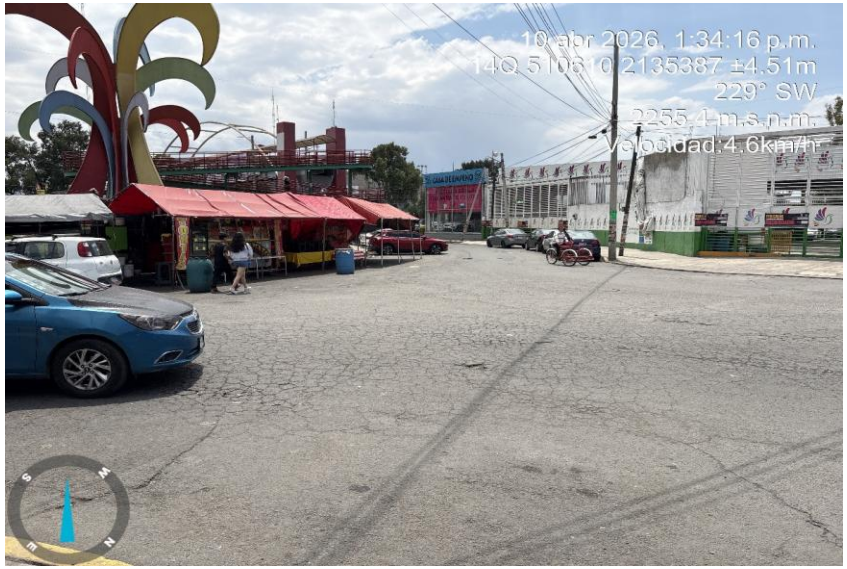
CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad primaria en operación, con múltiples carriles de circulación y presencia de tránsito vehicular moderado a alto. La sección vial cuenta con superficie pavimentada, banquetas laterales y señalización vertical.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno, se pueden observar grietas en el pavimento posible resultado de la erosión de los materiales a consecuencia de las tuberías, en la zona se reporta un rasgo inferido de acuerdo con la carta geologica del INEGI, sin embargo, no se observo evidencias superficiales de este elemento.

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

GrupoTYPSA
MEXTYPSA
INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

ICACISA ICACON COTRISA
CONOISA DIPESA HOLPRE

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

PCG-10

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	Rasgo inferido
UTM X:	510623.64 m E
UTM Y:	2135454.06 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco

al-Aluvial

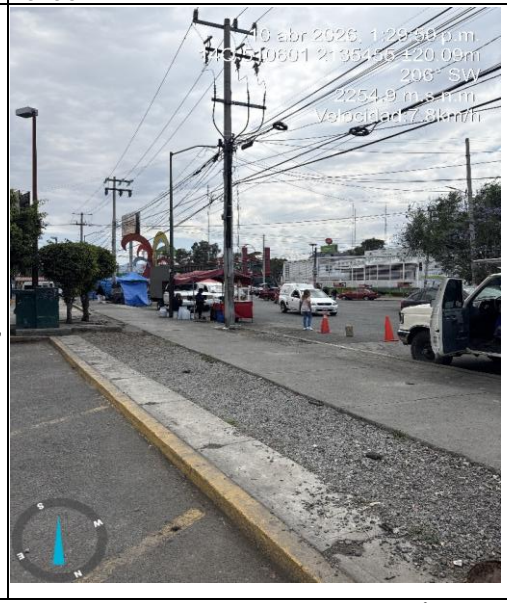
CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad primaria en operación, con carriles de circulación y presencia de tránsito vehicular moderado. La sección vial cuenta con superficie pavimentada en aparente buen estado, banquetas laterales y señalización vertical, lo que indica un adecuado nivel de servicio e infraestructura.

FOTOGRAFÍA:





OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno, en la zona se reporta un rasgo inferido de acuerdo a la carta geologica del INEGI, sin embargo, no se observan ragos caracteristicos en superficie.

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

GrupoTYPSA
MEXTYPSA
INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

ICACISA ICACON COTRISA
CONOISA DIPESA HOLPRE

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

PCG-11

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	Rasgo inferido
UTM X:	510625.93 m E
UTM Y:	2135530.29 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad primaria en operación, con carriles de circulación y presencia de tránsito vehicular moderado. La sección vial cuenta con superficie pavimentada en aparente buen estado, banquetas laterales y señalización vertical, lo que indica un adecuado nivel de servicio e infraestructura.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno, en la zona se reporta un rasgo inferido de acuerdo a la carta geologica del INEGI, sin embargo, no se observan ragos caracteristicos en superficie.

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

GrupoTYPSA MEXTYPSA INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

ICACISA ICACON COTRISA CONOISA DIPESA HOLPRE

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

PCG-12

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	4+780
UTM X:	510765.52 m E
UTM Y:	2135357.02 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco

al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad primaria en operación, con carriles de circulación y presencia de tránsito vehicular alto. La sección vial cuenta con superficie pavimentada en aparente buen estado.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · MEXTYPSA Grupo TYPSA Ingenieros Consultores y Arquitectos · ICACISA · ICACON · COTRISA · CONOISA · DIPESA · HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-13

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	4+880
UTM X:	510844.84 m E
UTM Y:	2135445.90 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:

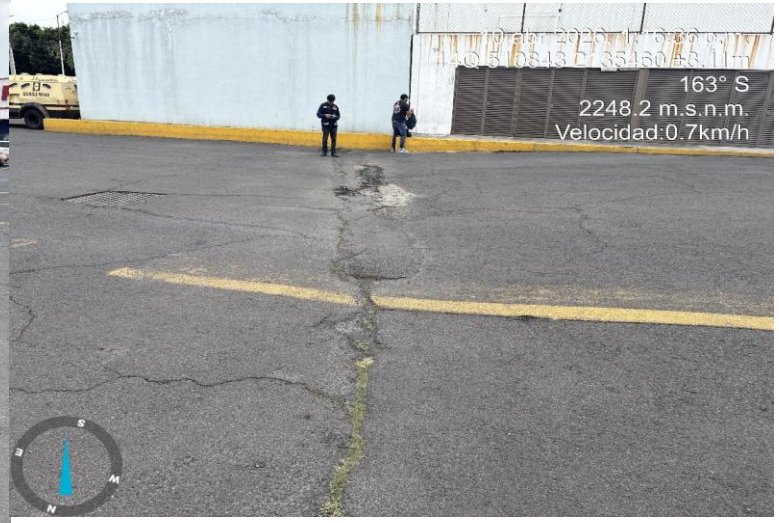


DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un entorno urbano consolidado con uso comercial, donde se observa una vialidad en operación con tránsito vehicular moderado.

FOTOGRAFÍA:





OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

La superficie de rodamiento presenta deterioro localizado, evidenciado por la presencia de grietas longitudinales, fisuración tipo piel de cocodrilo y baches, los cuales indican un avanzado estado de fatiga del pavimento a posible consecuencia de tuberias.

Se identifica una zona con parcheo previo, lo que sugiere intervenciones de mantenimiento correctivo; sin embargo, la recurrencia de fallas indica la posible existencia de problemas estructurales en las capas inferiores del pavimento.

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

GrupoTYPSA
MEXTYPSA
INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

ICACISA ICACON COTRISA
CONOISA DIPESA HOLPRE

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

PCG-14

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	5+000
UTM X:	510977.04 m E
UTM Y:	2135428.76 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad primaria en operación, con múltiples carriles y tránsito vehicular moderado a alto. La sección vial cuenta con banquetas laterales, camellón central arbolado y señalización, en un entorno con uso de suelo comercial y de servicios.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

La superficie de rodamiento presenta deterioro generalizado, evidenciado por la presencia de fisuración longitudinal y transversal, así como zonas con desgaste superficial y pérdida de material, particularmente en el carril contiguo a la guarnición. Estas condiciones sugieren un estado avanzado de fatiga del pavimento.

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

GrupoTYPSA
MEXTYPSA
INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

ICACISA ICACON COTRISA
CONOISA DIPESA HOLPRE

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

PCG-15

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	5+120
UTM X:	511099.00 m E
UTM Y:	2135444.20 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad primaria en operación, con múltiples carriles y tránsito vehicular moderado a alto. La sección vial cuenta con banquetas laterales, camellón central arbolado y señalización, en un entorno con uso de suelo comercial y de servicios.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno, el pavimento se observa con algunas grietas longitudinales.

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · GrupoTYPSA MEXTYPSA INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS · ICACISA ICACON COTRISA CONOISA DIPESA HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-16

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	5+540
UTM X:	511506.03 m E
UTM Y:	2135520.38 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad primaria en operación, con múltiples carriles y tránsito vehicular moderado a alto. La sección vial cuenta con banquetas laterales, camellón central arbolado y señalización, en un entorno con uso de suelo comercial y de servicios.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · GrupoTYPSA MEXTYPSA Ingenieros Consultores y Arquitectos · ICACISA · ICACON · COTRISA · CONOISA · DIPESA · HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-17

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	6+000
UTM X:	511965.28 m E
UTM Y:	2135615.65 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad primaria en operación, con múltiples carriles y tránsito vehicular moderado a alto. La sección vial cuenta con banquetas laterales, camellón central arbolado y señalización, en un entorno con uso de suelo comercial y de servicios.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

La superficie de rodamiento presenta deterioro generalizado, evidenciado por la presencia de fisuración longitudinal y transversal, así como zonas con desgaste superficial y pérdida de material, particularmente en el carril contiguo a la guarnición. Estas condiciones sugieren un estado avanzado de fatiga del pavimento.

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

GrupoTYPSA
MEXTYPSA
INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

ICACISA ICACON COTRISA
CONOISA DIPESA HOLPRE

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

PCG-18

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	7+380
UTM X:	513316.21 m E
UTM Y:	2135803.47 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad primaria en operación, con múltiples carriles y tránsito vehicular moderado a alto. La sección vial cuenta con banquetas laterales, camellón central arbolado y señalización, en un entorno con uso de suelo comercial y de servicios..

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · GrupoTYPSA MEXTYPSA Ingenieros Consultores y Arquitectos · ICACISA ICACON COTRISA CONOISA DIPESA HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-19

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	7+520
UTM X:	513454.20 m E
UTM Y:	2135847.83 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo urbano de vialidad primaria en operación, con múltiples carriles y tránsito vehicular moderado a alto. La sección vial cuenta con banquetas laterales, camellón central arbolado y señalización, en un entorno con uso de suelo comercial y de servicios..

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

MEXTYPSA GrupoTYPSA INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

ICACISA ICACON COTRISA CONOISA DIPESA HOLPRE

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

PCG-20

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	8+180
UTM X:	514120.08 m E
UTM Y:	2135869.54 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco

al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a un tramo carretero en operación, ubicado en un entorno de transición urbano–periurbano, con tránsito vehicular moderado. La vialidad presenta una superficie pavimentada en condiciones generales aceptables, con acotamientos laterales de material suelto.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno, En el margen izquierdo se identifica un talud de corte de baja altura, con cobertura vegetal dispersa y evidencia de erosión superficial. En el margen derecho se observan zonas sin recubrimiento, constituidas por suelos granulares sueltos, los cuales pueden ser susceptibles a procesos de erosión eólica y arrastre por escurrimientos superficiales.

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · GrupoTYPSA MEXTYPSA Ingenieros Consultores y Arquitectos · ICACISA ICACON COTRISA CONOISA DIPESA HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-21

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	8+300
UTM X:	514245.86 m E
UTM Y:	2135853.04 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco

al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

El sitio corresponde a una zona de cruce hidráulico bajo infraestructura vial, donde se observa un cauce natural o canal de escurrimiento que conduce flujo de agua, actualmente con presencia de residuos sólidos.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

El área se encuentra conformado por material limoso con presencia de gravas empacadas en el material limoso

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

GrupoTYPSA MEXTYPSA INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

ICACISA ICACON COTRISA CONOISA DIPESA HOLPRE

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

PCG-22

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	8+700
UTM X:	514639.42 m E
UTM Y:	2135854.37 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

Superficialmente en el punto se observa material limoso con pocas arenas color pardo claro, de consistencia media, con un espesor aproximado de 0.30 a 0.40 m; se observa sobre un camino costra de caliche color gris claro a blanquizco con mateado pardo claro, con un grado de intemperismo medio, se presenta masivo y como material blando ya que se pueden dejar marcas poco profundas golpeando fuertemente la roca con la punta del martillo.

FOTOGRAFÍA:



OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno

TRENES
Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado

GrupoTYPSA
MEXTYPSA
INGENIEROS CONSULTORES Y ARQUITECTOS

ICACISA ICACON COTRISA
CONOISA DIPESA HOLPRE

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA

PCG-23

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	9+000
UTM X:	514856.88 m E
UTM Y:	2135880.58 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

Ubicado en un entorno periurbano con presencia de infraestructura y edificaciones en la periferia. La superficie se encuentra cubierta por vegetación herbácea dispersa y residuos de cultivo, lo que indica un uso previo agrícola o terreno en condición de abandono.

FOTOGRAFÍA:







OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

El material predominante corresponde a un suelo fino de tipo arcilloso a limo-arcilloso, de color marrón a marrón oscuro, con una estructura relativamente homogénea. En superficie se aprecia una capa ligeramente más suelta, asociada a material vegetal, seguida por un estrato más compacto en profundidad.

No se observa presencia de gravas o fragmentos gruesos significativos, lo que sugiere un material de granulometría fina predominante. Asimismo, las condiciones aparentes indican humedad baja a media al momento de la excavación.

TRENES Agencia de Trenes y Transporte Público Integrado · MEXTYPSA Grupo TYPSA · ICACISA ICACON COTRISA CONOISA DIPESA HOLPRE	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	PTOS. OBSERVACIÓN GEOLÓGICA PCG-24

DATOS:

AUTOR:	FST
FECHA:	10/04/2026
P.K.:	-
UTM X:	514912.62 m E
UTM Y:	2136038.66 m N

FORMACIÓN:

Carta geologica INEGI E14B31 Chalco
al-Aluvial

CROQUIS DE UBICACIÓN:



DESCRIPCIÓN:

Ubicado en un entorno periurbano con presencia de infraestructura y edificaciones en la periferia. La superficie se encuentra cubierta por vegetación herbácea dispersa y residuos de cultivo, lo que indica un uso previo agrícola o terreno en condición de abandono.

FOTOGRAFÍA:





OBSERVACIONES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones del sitio indican que el comportamiento del terreno puede estar influenciado por la interacción entre suelos naturales y materiales de relleno

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PROYECTO EJECUTIVO

DRENAJE PLUVIAL

ESTUDIO HIDROLÓGICO – ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN

INGENIERÍA DEL AGUA

2026-MAYO

Nombre del Proyecto:	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	
CLAVE:	IX-T01-TREN-02-V00-EST-PR_HID-0001-S01	
Realizado por:	RMO/VMV	Fecha: 21-MAY-2025
Revisado por:	ARB	Fecha: 21-MAY-2025
Aprobado por:	MSH	Fecha: 21-MAY-2025
No de Revisión	**Descripción**	**Páginas**
00	Emisión Inicial	40
01	Atención a Observaciones y Complementación	79

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN 6
Objetivo 6
Datos de partida 6
Ubicación 7
Hidrografía 9
Clima 10
Precipitación 11
Edafología 12
Uso de suelo y vegetación 14
Inundaciones 17
PRECIPITACIÓN E INTENSIDADES REGIONALES 19
Metodología del estudio hidrológico 19
Cuenca hidrográfica regional 20
Estaciones climatológicas 21
Polígonos de Thiessen 22
Análisis de valores extremos de la precipitación. 23
Estación 15017 (Coatepec de los Olivos) 23
Estación 15018 (Colonia Manuel A Camacho) 24
Estación 15020 (Chalco-San Lucas-Mex) 25
Estación 15141 (E.T.A. 032 TLALPITZAHUATL-MEX) 26
Estación 15268 (Ixtapaluca - Mex) 26
Estación 15398 (LOS REYES - RIO LA COMPAÑÍA - MEX) 27
Comparativa de datos máximos entre estaciones 28
Ajuste de los datos máximos a funciones de distribución. 31
Ajuste a función de Distribución Estación 15017 “Coatepec de los Olivos” ... 31
Ajuste a función de Distribución Estación 15018 “Colonia Manuel A Camacho” 33
Ajuste a función de Distribución Estación 15020 “Chalco-San Lucas” 34
Ajuste a función de Distribución Estación 15141 “E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl” . 35
Ajuste a función de Distribución Estación 15268 “Ixtapaluca” 36

Ajuste a función de Distribución Estación 15398 “Los Reyes – Rio La Compañía” 37
Lluvia de diseño 38
Corrección por intervalo fijo de medición 39
Curvas de Intensidad-Duración-Período de Retorno 40
Método de Chen Ajustado 41
Metodología para la obtención de curvas IDT particulares, subcuenca 1 45
PROCEDIMIENTO BASADO EN LA FÓRMULA DE CHEN 47
Corrección por intervalo fijo de medición 47
Metodología para la obtención de curvas IDT particulares, subcuenca 2 52
Procedimiento Basado En La Fórmula De Chen, Subcuenca 2 54
Corrección por intervalo fijo de medición, Subcuenca 2 54
Metodología para la obtención de curvas IDT particulares, subcuenca 3 57
Procedimiento Basado En La Fórmula De Chen, Subcuenca 3 59
Corrección por intervalo fijo de medición, Subcuenca 3 59
Metodología para la obtención de curvas IDT particulares, subcuenca 4 62
Procedimiento Basado En La Fórmula De Chen, Subcuenca 4 64
Corrección por intervalo fijo de medición, Subcuenca 4 64
Metodología para la obtención de curvas IDT particulares, subcuenca 5 67
Procedimiento Basado En La Fórmula De Chen, Subcuenca 5 69
Corrección por intervalo fijo de medición, Subcuenca 5 69
Metodología para la obtención de curvas IDT particulares, subcuenca 6 72
Procedimiento Basado En La Fórmula De Chen, Subcuenca 6 73
Corrección por intervalo fijo de medición, Subcuenca 6 73
CONCLUSIONES 76
RECOMENDACIONES ..... **¡Error! Marcador no definido.**
BIBLIOGRAFIA 78
Bibliografía recomendada 78
Normatividad y criterios técnicos que también conviene citar 79
Datos y fuentes cartográficas que normalmente se citan en el estudio 79

Preparado para:

CLIENTE
DIRECCIÓN
Tels.
INTERNET:

Preparado por:

ICA CONSTRUCTORA S.A. DE C.V.
ICA CONSTRUCTORA S.A. DE C.V.
ICA CONSTRUCTORA DE INFRAESTRUCTURA, S.A. DE C.V.,
DESARROLLADORA DE INFRAESTRUCTURA PUERTO ESCONDIDO, S.A. DE C.V.
CONTROLADORA DE OPERACIONES DE INFRAESTRUCTURA, S.A. DE C.V.
CONTROLADORA DE OPERACIONES DE INFRAESTRUCTURA, S.A. DE C.V.,

Copyright © 2026

Los documentos oficiales de esta entrega son los documentos no editables PDF.
Los documentos en formato editable no se considerarán documentos contractuales oficiales, sólo se proporcionarán como un complemento para cumplir con lo establecido por la SICT o a solicitud del Cliente. Estos archivos electrónicos son susceptibles de ser corrompidos o modificados, ya sea intencionalmente o no y ante eso Lógica Ferroviaria del Pacífico S.A. de C.V no se hace responsable, así como del uso de software u otros sistemas electrónicos en los que se puedan colocar o utilizar estos archivos.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del proyecto comprende del tramo localizado en el km 27.5 de la Autopista México-Puebla (Caseta Vieja) hasta el cruce con la Avenida Canal de Santa Barbara, en dirección hacia la Carretera Federal México-Puebla (Carretera Internacional) hasta el entronque con la Avenida Paseo de San Buenaventura, en el Municipio de Ixtapaluca, Estado de México.

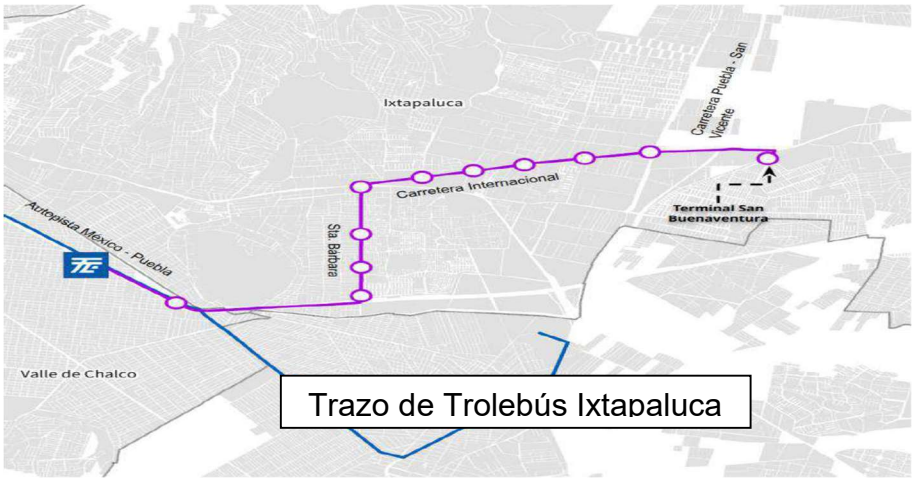


Figura.1. Ubicación de Trolebús Ixtapaluca

Objetivo

Determinar las curvas IDT para su empleo en los modelos de inundabilidad y en el diseño particular de las obras de drenaje.

Datos de partida

- Ubicación en planta del proyecto.
- Carta topográfica (E14B31) escala 1:50000 (INEGI).
- Modelos Digitales de Terreno (MDT) con resolución de 5 metros, descargados de la página del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- Datos de precipitación de las estaciones climatológica cercanas a la zona del proyecto, obtenidas de la Información Estadística Climatológica del Sistema Meteorológico Nacional.

- Escurrimientos y región hidrológica (RH26) descargados del Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrográficas (SIATL) y del INEGI.
- Mapa digitalizado de uso de suelo y vegetación (INEGI)
- Mapa digitalizado de edafología (INEGI)

Ubicación

El municipio de Ixtapaluca se localiza en la parte oriental del Estado de México, en la Región III Chimalhuacán integrada por 4 Municipios: Chimalhuacán, Chicoloapan, Ixtapaluca y el propio Ixtapaluca. Su territorio se ubica al interior de las coordenadas extremas 99º42'03" y 98º57'15" de longitud oeste; y los 19º14'30" y 19º24'40" de latitud norte, en tanto que la Cabecera Municipal se ubica en las coordenadas 98º53'04" de longitud oeste y 19º18'48" de latitud norte, a 2,250 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con los municipios de Los Reyes Ixtapaluca, San Vicente Chicoloapan, Texcoco y Tlahuapan del Estado de Puebla; al sur, con los municipios de Valle de Chalco Solidaridad, Chalco, Tlalmanalco y Tlahuapan del Estado de Puebla; al este, con los municipios de Chalco, Tlalmanalco y Tlahuapan del Estado de Puebla; y al oeste, con los municipios de San Vicente Chicoloapan, Los Reyes Ixtapaluca, Valle de Chalco Solidaridad y Chalco. Consta de una superficie de 318.27 kilómetros cuadrados, que representa el 1.46% de la superficie del Estado de México.

El Municipio de Ixtapaluca es integrante de la Zona Metropolitana del Valle de México, se comunica por vía terrestre con la Ciudad de México mediante la carretera federal No. 190 México-Puebla (denominada Av. Cuauhtémoc al interior de la zona urbana) y la carretera de cuota 150D también con ese destino, ambas posteriormente se enlazan con la Calzada Ignacio Zaragoza de la Ciudad de México. Además, este municipio se comunica también vía terrestre con la zona del aeropuerto de la Ciudad de México mediante el Circuito exterior Mexiquense.

Al norte del área urbana de Ixtapaluca se ubica el Cerro del Tejolote y al sur el Cerro del Elefante, cuyas partes altas, por sus características topográficas, geológicas y edafológicas no favorecen el desarrollo urbano.



Figura.2. Ubicación general del proyecto



Figura.3. Ubicación particular del proyecto

Hidrografía

La total extensión del proyecto se localiza dentro de la Región Hidrográfica Pánuco (RH26), en la cuenca R. Moctezuma (RH26D), subcuenca L. Texcoco y Zumpango (RH26Dp) de tipo exorreica con un área de 4865.49 km^2, una elevación máxima de 4040.56msnm y una elevación mínima de 1458.47 msnm.

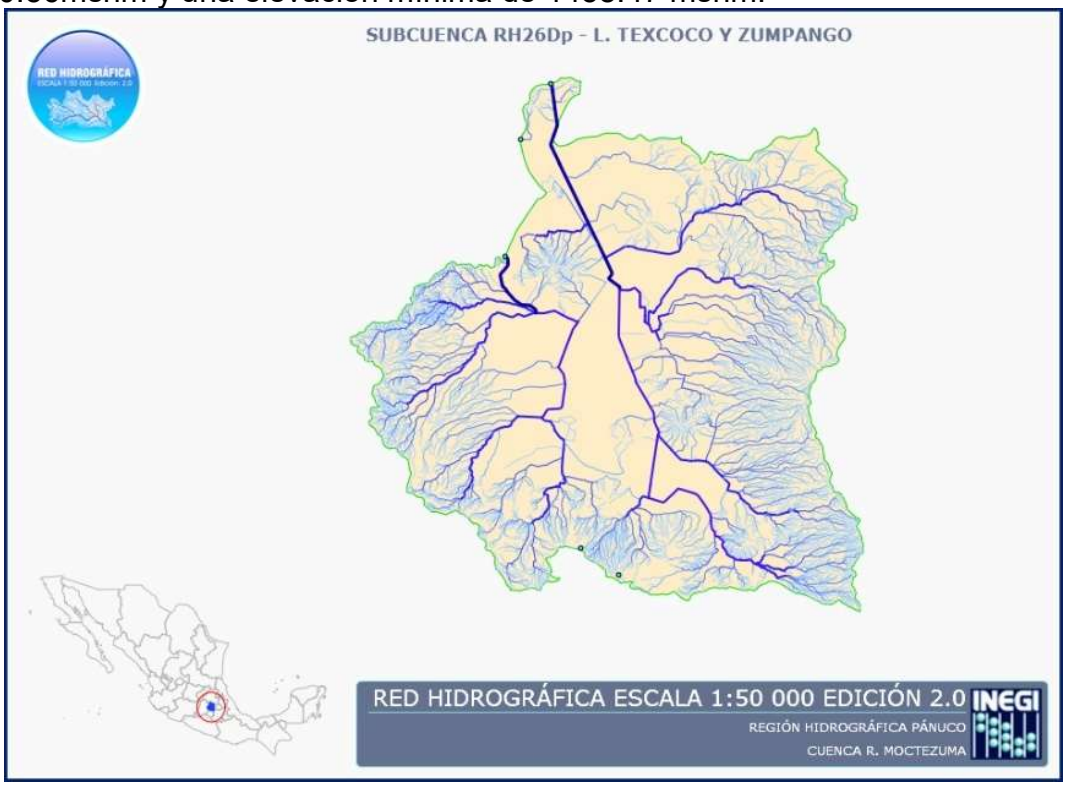


Figura.4. Red hidrográfica RH26Dp

Adelantándonos al numeral 5.2. Delimitación de la cuenca hidrográfica regional, en la siguiente figura se muestra la cuenca completa de la región, tomando como punto de salida el sitio con coordenadas x= 508,706.25, y= 2132706.25, ubicado en las proximidades del puente Tlapacoya de la carretera de cuota México - Puebla.

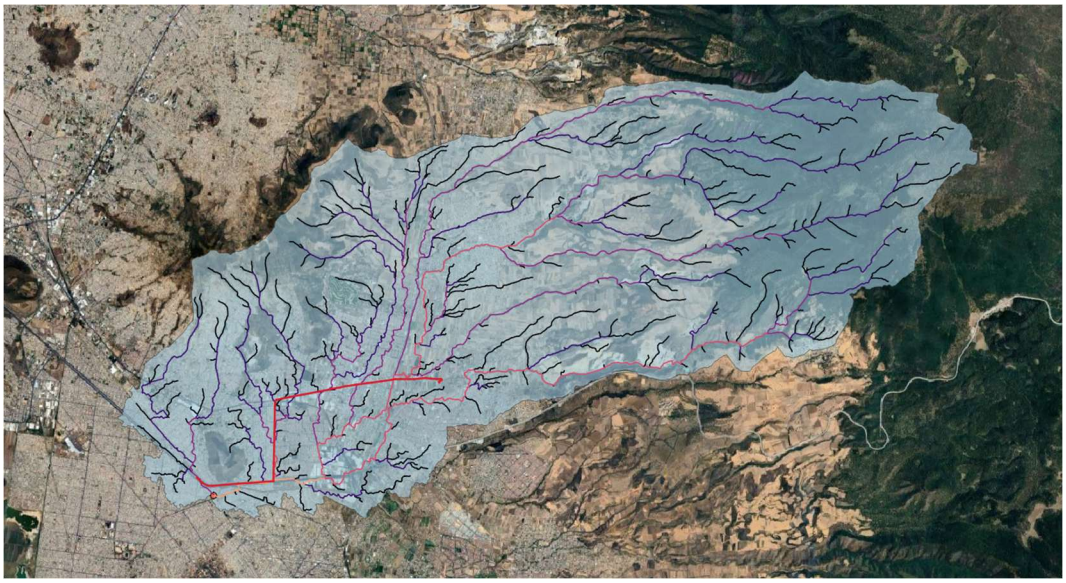


Figura.5. Red hidrográfica de la zona del proyecto

Nótese que una parte de la cuenca cercana al 40% de la superficie puede considerarse como cuenca urbanizada, y un tanto más del 60% corresponde a una superficie de suelo mayormente forestal y de agricultura, y dicha superficie corresponde predominantemente a la parte alta de la cuenca.

Clima

En el municipio de Ixtapaluca existen cuatro tipos de climas de acuerdo con la clasificación de Koppen modificado por Enriqueta García, estos climas son:

- C (wo): Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. La precipitación en el mes más seco es menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2 del total anual.

- C (w1): Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Con lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.

- C (w2): Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y una temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Con lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.

- Cb (w2): Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5ºC y12ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC, temperatura del mes más cálido es menor de 22ºC.

Precipitación

La precipitación se presenta diferenciada entre las partes bajas y las zonas más elevadas, en la localidad de Ixtapaluca se ha registrado una precipitación promedio anual de 632.7 mm, en la localidad de Ávila Camacho de 757.8 mm y en la localidad de Río Frío, que esta ubicada en la parte alta de la cuenca, de 941.3 mm, esto es una diferencia de casi el 50% más alta en Río Frío con respecto a Ixtapaluca.

En todo el municipio los meses más lluviosos van JUN a septiembre, sin embargo, en los últimos años se han presentado lluvias torrenciales en casi cualquier mes del año como reflejo de los fenómenos tropicales que afectan nuestras costas.

Esta concentración de lluvias en periodos cortos de tiempo afecta principalmente a las zonas más bajas de la zona urbana de Ixtapaluca, principalmente a las colias Emiliano Zapata y El Molino, debido a las grandes avenidas de agua que se canalizan por las barrancas de los cerros el Pino y el Tejolote, agravadas por la gran cantidad de basura que se deposita en ellas iniciando desde las partes más altas de ocupación irregular y a lo largo de todas ellas, lo que provoca la saturación de las redes de drenaje público y de los cárcamos de bombeo hacia el Canal de la Compañía, disminuyendo sensiblemente su capacidad de descarga.

De igual manera, estos fenómenos naturales pueden afectar a las zonas susceptibles a deslaves y derrumbes, desprendiendo el suelo u originando el acarreo de materiales que pueden provocar colapsos en viviendas construidas con materiales perecederos.

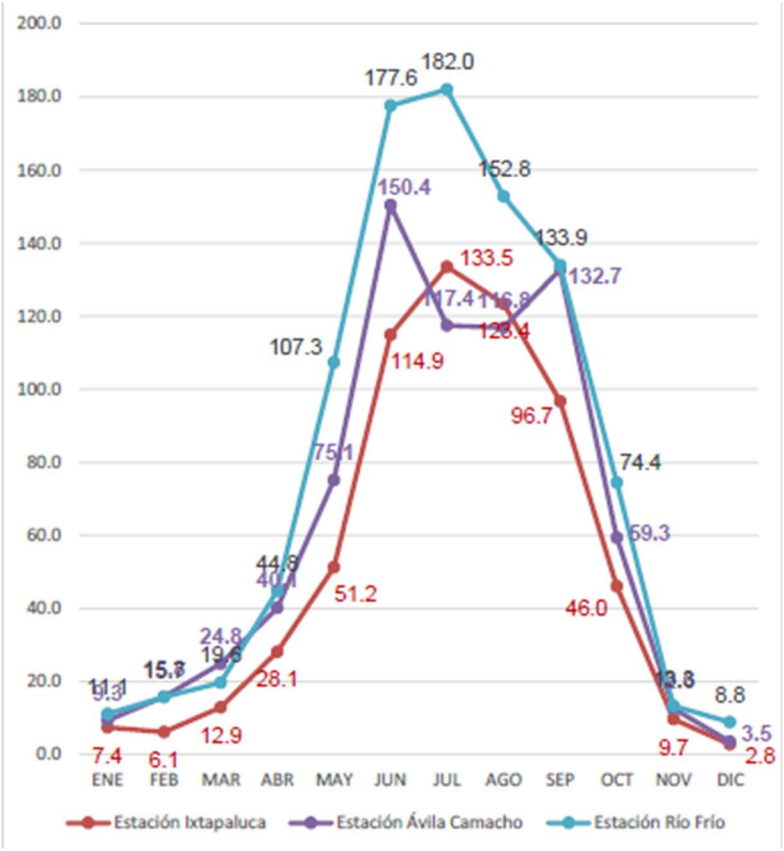


Figura.6. Municipio de Ixtapaluca. Precipitación promedio por estación meteorológica. Fuente: SMN

Edafología

En el territorio existen cuatro tipos de suelo distribuidos en 6 unidades edafológicas.

Regosoles. Se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud. Su uso y manejo varían muy ampliamente. Bajo regadío soportan una amplia variedad de usos, si bien los pastos extensivos de baja carga son su principal utilización. En zonas montañosas es preferible mantenerlos bajo bosque. Son suelos de baja evolución condicionados por el material originario sobre materiales originales

sueltos (o con roca dura a más de 25 cm). En el municipio existen dos variantes de Regosol, eútrico, dístrico.

En Ixtapaluca ocupan el 5.18 % del territorio, se encuentran distribuidos en el extremo poniente del municipio, sobre toda la extensión de los cerros de El Pino y El Tejolote cuyo pie de monte está urbanizado por completo.

También se encuentran en la región suroriente, sobre la ladera norte del Volcán Iztaccíhuatl en donde los bosques de oyamel y pino son las comunidades vegetales más extendidas sobre este tipo de suelo.

Feozem. Se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, por lo que son los MAYr vocación y potencialidad agrícola.

Abarcan el 34.33% del municipio, en una franja intermedia entre el valle y la cordillera del Iztaccíhuatl. En este suelo se ubica la cabecera municipal, y si bien el uso predominante es el agrícola, se encuentra bajo fuertes presiones para su ocupación con usos urbanos.

Cambisoles. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso.

Ocupan el 5.92% del territorio municipal, su distribución es en la zona MAYr altitud en la cordillera del Iztaccíhuatl, encontrándose dos tipos eútrico y húmico.

Andosoles. Son suelos de formaciones volcánicas de color negro, casi siempre a partir de materiales volcánicos piroclásticos como las cenizas volcánicas, pero también pueden aparecer sobre tobas, pumitas, lapillis y otros productos de eyección volcánica. Se encuentran en áreas onduladas a montañosas de las regiones húmedas bajo un amplio rango de formaciones vegetales. Tienen

generalmente bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas.

Estos suelos se ubican al suroriente del municipio y ocupan el 39.6% de su territorio.

Las unidades edafológicas en el municipio se pueden observar en la siguiente imagen.

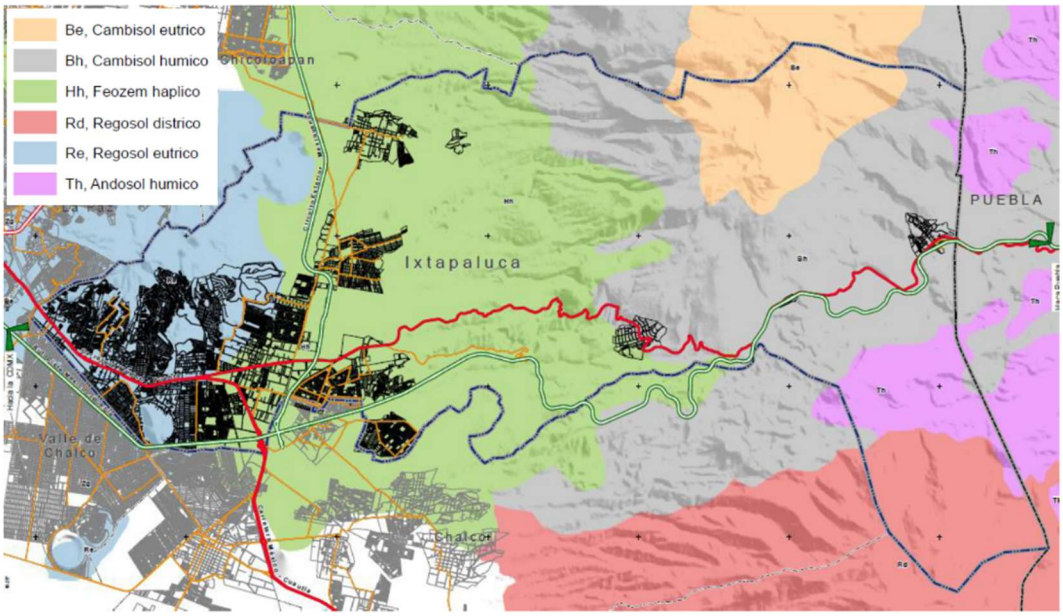


Figura.7. Edafología del municipio de Ixtapaluca

Uso de suelo y vegetación

En el municipio de Ixtapaluca hay cinco tipos de usos de suelo: bosques, pastizales, praderas, agrícola y las zonas urbanas.

Bosques

Los bosques ocupan el 53% de la superficie municipal, se encuentran 6 clases de bosques, cultivado, de encino, oyamel, pino, pino - encino y tascate. El más extenso es el bosque de pino.

Bosque de Pino. Este bosque se caracteriza por ser una comunidad regularmente densa, formada por un estrato arbóreo que varía de 8 a 30 m de altura, este tipo de bosque se desarrolla entre los 2700 y 3000 msnm, en las partes más altas se encuentra asociado a oyamel, el bosque de pino cubre un tercio de la superficie total del municipio de Ixtapaluca, las especies arbóreas predominantes son Pinus pseudostrobus, Pinus montezumae, Pinus hartwegii, Pinus ayacahuite, Pinus leiophylla, Pinus teocote, Pinus greggii.

Tiene una amplia representación florística en los estratos herbáceo y arbustivo. Morfológicamente es fácil distinguir este tipo de vegetación por la forma piramidal del género y la forma de aguja de sus hojas, no siempre forma comunidades puras de una solo especie, aunque generalmente hay una dominante.

La importancia de este ecosistema radica en su lugar de ubicación, se encuentra en una zona de alta infiltración y por la importancia de proveer un resguardo para otras especies animales, principalmente aves, que utilizan las grandes alturas de los árboles para sus hábitos.

Bosque de encino. Son comunidades densas con hojas generalmente persistentes, la altura y densidad de esta comunidad vegetal, varía de acuerdo a la humedad del clima entre 2 y 30 m. Los bosques altos y densos se encuentran en zonas húmedas, principalmente en las cañadas, pueden formar masas puras pero es frecuente que la dominancia se reparte entre varias especies del mismo género, pero a menudo también se encuentran árboles de otro género como, Alnus, Arbutus y Ternstroemia. Los encinos se reconocen como buenos hospederos de epifitas principalmente líquenes, musgos, bromelias y orquídeas.

La diversidad de un bosque de encino perturbado se incremente, pues llegan especies oportunistas de otros tipos de vegetación a colonizar los espacios abiertos. Incrementándose así las especies secundarias. Este bosque es el principal proveedor de materia orgánica para el suelo, ya que los encinos son discretamente caducifolios, incorporando así su follaje al suelo.

Bosque de pino-encino. Es una asociación constituida por especies de pino (Pinus) y encino (Quercus) en altitudes que van desde los 1900 a los 2100 msnm. En esta asociación se encuentran claramente diferenciados dos estratos arbóreos siendo MAYr tamaño el de los pinos e inferior el de encinos. Las especies de pino asociada a los encinos fue Pinus montezumae, los encinos sin embargo forman un mosaico con diferentes especies del género Quercus, también se encuentran otras especies como Arbutus xalapensis en el estrato arbóreo, mientras que el estrato arbustivo y herbáceo empieza a diversificarse, la presencia de helechos y bromelias sobre los

encinos es notable, diversas especies herbáceas de la familia Asteraceae se observan, principalmente Dahlia coccinea.

Este ecosistema es importante porque se distribuye en la zona más importante de la recarga de acuíferos, alberga una gran cantidad de especies y es un importante proveedor de servicios ambientales principalmente la fijación de carbono.

Bosque de oyamel. El bosque de oyamel se distribuye a mayor altitud, se encuentra a una altura de 2800 a 3200 msnm sobresaliendo la característica de presencia de alta humedad; la comunidad está dominada por una sola especie arbórea Abies religiosa en condiciones óptimas de conservación; sin embargo cuando este ecosistema es alterado la especie dominante cohabita con otros elementos arbóreas como Sambucus nigra y Senecio sp.

La altura que alcanzan los ejemplares de Abies religiosa es entre los 20 y 30 m, el diámetro promedio es de 105 cm, dentro de este tipo de vegetación es la especie dominante tanto en los lugares conservados como perturbados. Este ecosistema se encuentra dentro de una zona importante de recarga de acuíferos del municipio, sus características fisonómicas y ecológicas lo hacen el hábitat ideal para especies florísticas y faunísticas.

Pastizal. Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar. Aun haciendo abstracción de los pastos cultivados, pueden reconocerse muchas áreas cubiertas por el pastizal inducido, que sin duda alguna sostenían otro tipo de vegetación antes de la intervención del hombre y de sus animales domésticos. Ocupa el 7.4% del territorio municipal

Agrícola. Ocupan el 23.3% de la superficie total del municipio, se dividieron en 2 categorías: agricultura de riego y agricultura de temporal. La agricultura de temporal es la práctica agrícola predominante con el 98% de la superficie agrícola. Los cultivos principales son trigo, maíz y frijol en la parte baja y avena en la parte alta en el caso de los cultivos de temporal y de avena, cebolla, lechugas y algunas otras hortalizas en las zonas de riego

Zona Urbana. La zona urbana representa la conurbación de Ixtapaluca con la Ciudad de México representan el 15.1% de la superficie municipal.

Banco de material. Los bancos de material pétreo se encuentran en 16.7% del municipio.

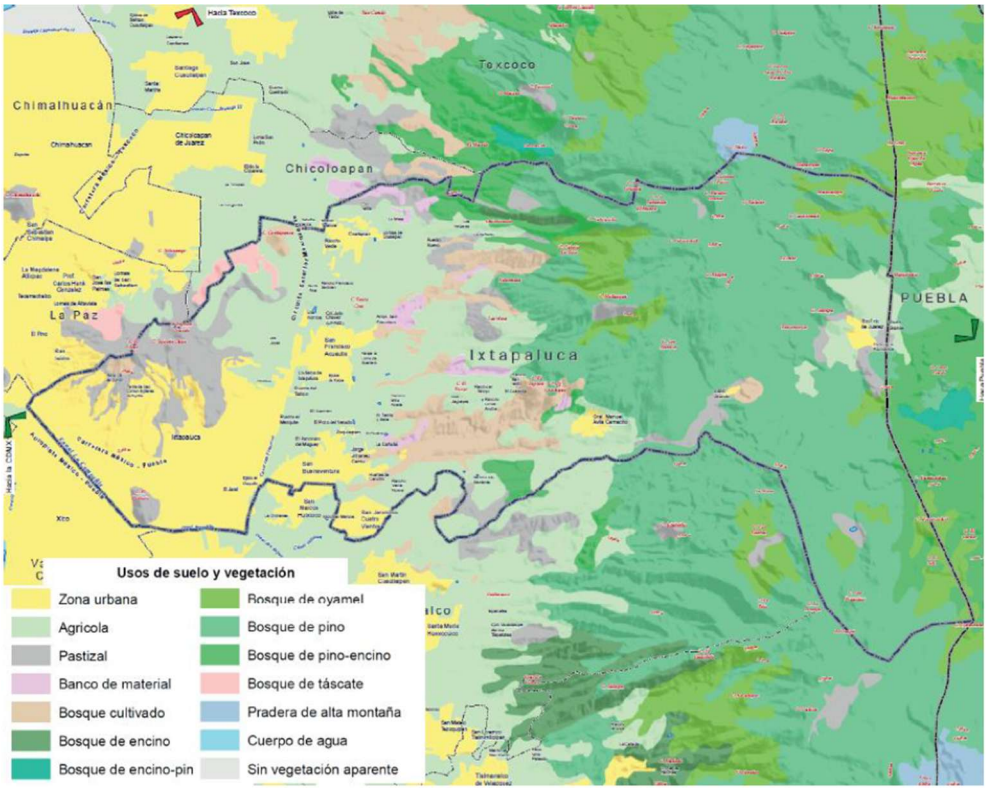


Figura.8. Uso de suelo del municipio de Ixtapaluca

Inundaciones

Derivado de sus condiciones fisiográficas, Ixtapaluca se encuentra en ZMCM donde el peligro por Inundaciones Súbitas adquiere un grado importante. En primera instancia, se deben de mencionar las zonas escarpadas presentes en el municipio, por otro lado se encuentran los ríos mayores a orden 2 (Clasificación Strahler) que recorren la el municipio, tales condiciones redundan en la necesidad de un análisis que reflejen zonas con potencial de ser vulneradas por un fenómeno de este tipo.

Las Inundaciones Súbitas, son derivadas de avenidas producidas en las corrientes fluviales a consecuencia de precipitación pluvial, es decir, “Son las áreas que, a consecuencia de la elevación de caudales, son anegadas”.

Ahora bien, se deben caracterizar a las inundaciones súbitas, como aquellas que se presentan como máximo en 5 horas (CENAPRED) después del evento pluvial. Consecuente con la definición descrita, los análisis elaborados en las distintas corrientes dentro del municipio, tienen como característica general, que el tiempo de concentración (Tiempo que tardan en escurrir los aportes desde el punto más lejano de la cuenca, hasta la salida de la misma) para cada corriente es menor a 5 horas.

Dicho esto, se puede asumir que las inundaciones que se presentan en las corrientes fluviales del municipio de Ixtapaluca se pueden clasificar como súbitas, ya que el tiempo que transcurre entre el inicio de la tormenta pluvial hasta el inicio del evento destructivo, es menor a 5 horas.

En junio del año 2014 las fuertes lluvias que cayeron en el municipio de Ixtapaluca provocaron inundaciones de más de medio metro de altura en 15 colonias del municipio. Las condiciones topográficas del lugar, así como la obstrucción del alcantarillado provocaron que el agua se estancara y provocara tal inundación. La afectación fueron 353 casas, 291 de la colonia Alfredo del Mazo y 62 de la 20 NOV de acuerdo con cifras del DIF municipal.

En agosto del año 2016 las lluvias provocaron afectaciones en las colonias San Jacinto, Santa Bárbara, José de la Palma y 20 NOV, en esta ocasión el agua rebasó los 0.7 metros de altura.

En junio del año 2017 las inundaciones volvieron a hacerse presentes en el municipio de Ixtapaluca, las colonias Alfredo del Mazo, Coyotera y Santa bárbara volvieron a afectarse debido a las fuertes lluvias. El agua alcanzó los 0.4 metros de altura.

De acuerdo a una simulación realizada en la región que afecta al municipio, se puede observar las zonas más propensas a inundación de acuerdo con las condiciones de la fisiografía de Ixtapaluca. El siguiente plano se observan los posibles polígonos de inundación:

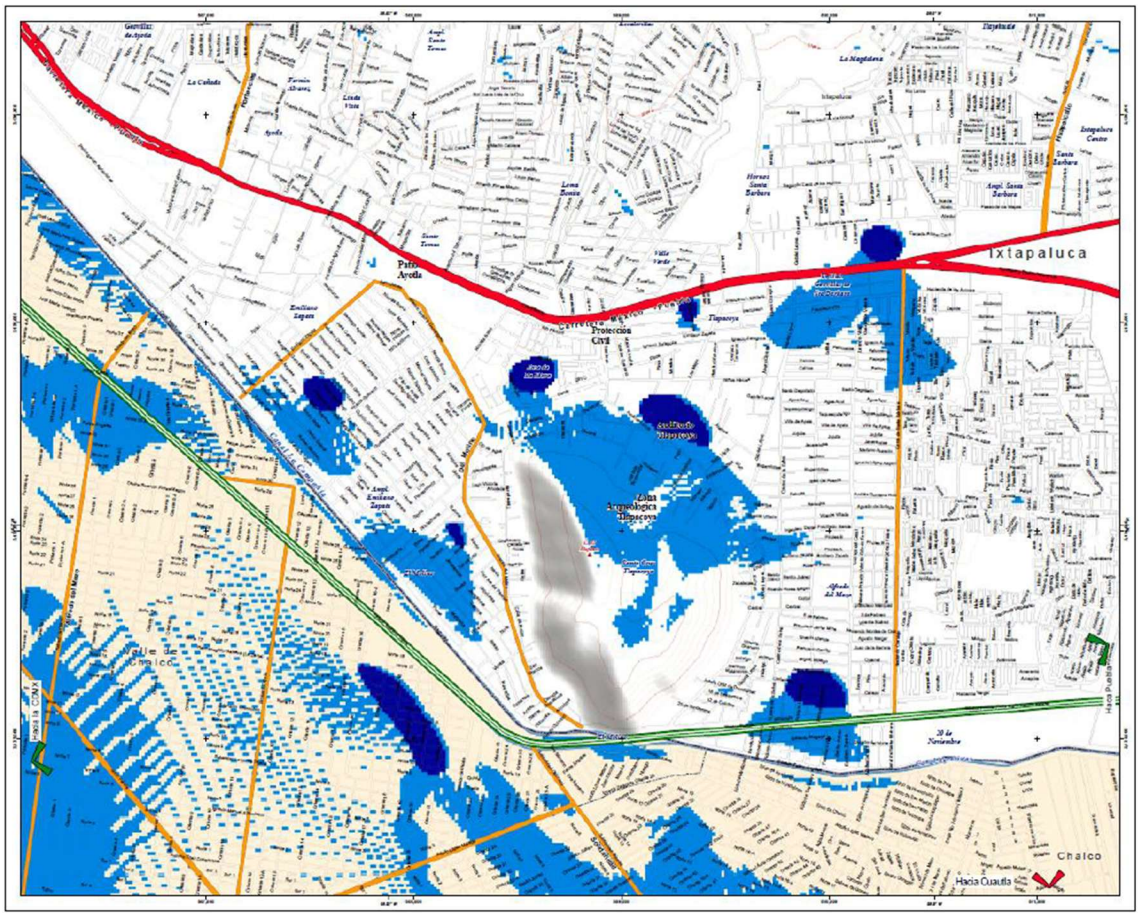


Figura.9. Polígonos de inundación en ixtapaluca

PRECIPITACIÓN E INTENSIDADES REGIONALES

Metodología del estudio hidrológico

Para el análisis hidrológico es importante el determinar algunos parámetros particulares por lo cual en este estudio hidrológico se analizaron los siguientes aspectos.

- Delimitación de cuencas y obtención de las características fisiográficas (área, longitud del cauce, elevación máxima y mínima, pendiente, tiempo de concentración, etc.) para cada una de ellas.
- Ubicación de las estaciones climatológicas cercanas al sitio de proyecto.

- Extracción de la información de los registros de precipitación de las estaciones más cercanas de la base de datos de la CONAGUA.
- Análisis probabilístico y ajuste de los registros de precipitación de las estaciones climatológicas existentes en la zona del proyecto, en función de su influencia en la zona del proyecto y del número de registros que contienen para dar mayor confiabilidad al estudio.
- Cálculo de los gastos máximos con base en los métodos Racional, Hidrograma Unitario Triangular (HUT) y Ven Te Chow, para diferentes periodos de retorno.

Cuenca hidrográfica regional

Para la delimitación de cuencas de aportación se descargó la cartografía digital del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el cual proporciona información de Modelos Digitales de Terreno (MDT) del territorio mexicano, de los cuales se utilizó uno de 5 metros de resolución para la zona de proyecto. Con este modelo se determinaron los límites naturales de las cuencas (parteaguas) y las pendientes naturales del terreno y la configuración de los flujos de los escurrimientos dentro de estas, teniendo en cuenta la presencia de los caminos, carreteras y obras de drenaje existentes a lo largo del trazo del trolebús.



Figura.10. Delimitación de Cuenca

CUENCA	Área (km2)	Longitud (km)	Elevación Max. (m)	Elevación Min. (m)
Regional	158.128393	22.6682	4040.5601	1458.047

Tabla 01. Características fisiográficas de la cuenca

Estaciones climatológicas

A partir de la información estadística climatológica de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), se identificaron las estaciones que tienen influencia en la zona de estudio, tal y como se muestra en la figura siguiente:



Figura.11. Estaciones climatológicas en la zona de proyecto

En la siguiente tabla se muestra la información disponible para cada una de las estaciones climatológicas que tienes influencia en la zona de proyecto.

Clave	Estación	Años efectivos	Latitud (°)	Longitud (°)	Elevación (m)
15017	Coatepec de los Olivos	55	19.384	-98.846	2405.00
15018	Colonia Manuel A Camacho	40	19.325	-98.765	2900.00

Clave	Estación	Años efectivos	Latitud (°)	Longitud (°)	Elevación (m)
15020	Chalco-San Lucas	53	19.258	-98.895	2,240.00
15141	E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl	47	19.331	-98.903	2,340.00
15268	Ixtapaluca	60	19.063	-99.386	2,287.00
15398	Los Reyes – Rio La Compañia	11	19.290	-98.893	2,244.00

Tabla 02. Estaciones climatológicas en la zona de proyecto

Polígonos de Thiessen

Este método es muy utilizado para la determinación de la precipitación media en una cuenca, esto se utiliza para conocer la distribución espacial de la lluvia. La aplicación de este criterio requiere conocer la localización de las estaciones en la zona en estudio y delimitar el área de influencia de cada estación. Este método no toma en cuenta las condiciones topográficas de la cuenca; por lo que se recomienda su uso para zonas con topografía no accidentada. Desde el punto de vista práctico, representa un ahorro en tiempo cuando se hace necesario analizar una gran cantidad de tormentas, pues los polígonos no cambian de forma. En este caso la aplicación del método Polígonos de Thiessen se usa principalmente para realizar un análisis espacial de las estaciones climatológicas y así determinar la estación MAYr influencia dentro de la zona de estudio.

La metodología radica en aplicar los siguientes puntos:

- Una vez obtenido el mapa con la ubicación y distribución de las estaciones dentro y fuera de la cuenca, unir mediante líneas rectas estaciones más próximas entre sí; tratando de formar triángulos, en lo posible con ángulos menores a 90°.
- Trazar mediatrices a las líneas que unen las estaciones. Estas mediatrices se interceptarán en un punto dentro de los triángulos formados en el paso anterior.
- Prolongar las mediatrices hasta los límites de la cuenca.
- Cada estación quedara rodeada por un polígono, llamado “Polígonos de Thiessen”. La superficie de dicho polígono representa el área de influencia de cada estación correspondiente.

En la siguiente figura se muestra la aplicación de la metodología descrita:

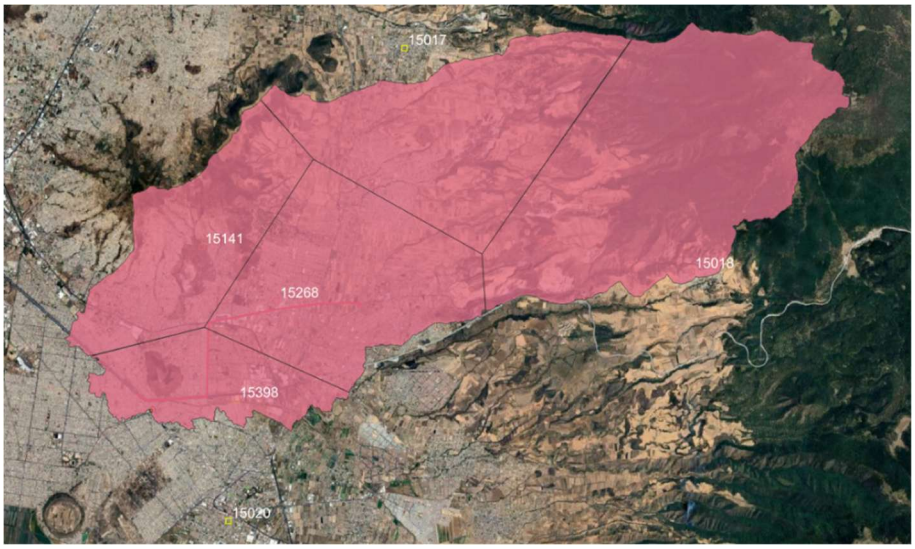


Figura.12. Polígonos de Thiessen

Análisis de valores extremos de la precipitación.

Estación 15017 (Coatepec de los Olivos)

La estación 15017 (Coatepec de los Olivos) cuenta con mediciones del año 1961 al 2025 con valores máximos para 55 de los 65 años. Se obtuvieron los registros disponibles de las precipitaciones diarias, obteniéndose los valores de las precipitaciones máximas anuales con una duración de 24 horas. En la siguiente tabla se muestran los datos máximos anuales.

Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.
1961	51.5	**1981**	54	**2001**	54	2021	60
1962	30.1	**1982**	24.8	**2002**	45	2022	35
1963	46.8	**1983**	47.5	**2003**	33.5	2023	38
1964	48.5	**1984**	35.5	**2004**	65	2024	39
1965	47.8	**1985**	35	**2005**	38	2025	42
1966	31.9	**1986**	33	**2006**			
1967	55.5	**1987**	30	**2007**	66		
1968	44.5	**1988**	46.5	**2008**			
1969	38.5	**1989**		**2009**	43		

Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.
1970	31.3	**1990**		**2010**	41.5		
1971	29	**1991**		**2011**	100.2		
1972	41.5	**1992**		**2012**	31.5		
1973	28.5	**1993**		**2013**	25		
1974	26.2	**1994**		**2014**	51		
1975	42.2	**1995**		**2015**	52.5		
1976	39.9	**1996**		**2016**	52		
1977	28.2	**1997**	42	**2017**	48		
1978	34.5	**1998**	26.5	**2018**	30		
1979	53	**1999**	54	**2019**	43		
1980	50	**2000**	78	**2020**	43		

Tabla 03. Datos estación 15017

Estación 15018 (Colonia Manuel A Camacho)

La estación 15018 (Colonia Manuel A Camacho) cuenta con mediciones del año 1961 al 2009 con valores máximos para 40 de los 49 años. Se obtuvieron los registros disponibles de las precipitaciones diarias, obteniéndose los valores de las precipitaciones máximas anuales con una duración de 24 horas. En la siguiente tabla se muestran los datos máximos anuales.

Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.
1961	28.8	**1971**	28.2	**1981**	37.1	**1991**		**2001**	35.1
1962	21.5	**1972**	59.8	**1982**	33.3	**1992**		**2002**	42.5
1963	89	**1973**	47.4	**1983**	59.7	**1993**		**2003**	36
1964	45	**1974**	79.2	**1984**	33.9	**1994**		**2004**	34.2
1965	33	**1975**	32	**1985**	73.2	**1995**		**2005**	28.4
1966	40	**1976**	51.5	**1986**	36.7	**1996**		**2006**	43.1
1967	48.5	**1977**	30	**1987**	43.2	**1997**	46.6	**2007**	107.1
1968	53.1	**1978**	36.5	**1988**	64.3	**1998**	53.8	**2008**	56.1
1969	85.4	**1979**	35.2	**1989**		**1999**	50.8	**2009**	
1970	41.2	**1980**	71.1	**1990**		**2000**	36.5		

Tabla 04. Datos estación 15018

Estación 15020 (Chalco-San Lucas-Mex)

La estación 15020 (Chalco-San Lucas-Mex) cuenta con mediciones del año 1961 al 2025 con valores máximos para 62 de los 65 años. Se obtuvieron los registros disponibles de las precipitaciones diarias, obteniéndose los valores de las precipitaciones máximas anuales con una duración de 24 horas. En la siguiente tabla se muestran los datos máximos anuales.

Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.
1961	33.6	**1981**	30.5	**2001**	23.5	**2021**	55.4
1962	38.6	**1982**	33.3	**2002**	40.2	**2022**	40.5
1963	24.6	**1983**	30.8	**2003**	30.3	**2023**	30.5
1964	25.6	**1984**	24.3	**2004**	32.3	**2024**	52.5
1965	35.9	**1985**	37.7	**2005**	47.3	**2025**	35.8
1966	43.5	**1986**	50.2	**2006**	30.6		
1967	58.5	**1987**	73.2	**2007**	44.1		
1968	34.3	**1988**	45.8	**2008**			
1969	38.8	**1989**	48.4	**2009**	27.4		
1970	43.2	**1990**	23.9	**2010**	26.7		
1971	36.2	**1991**	46.6	**2011**	32.5		
1972	80.2	**1992**	41.8	**2012**			
1973	40.9	**1993**	39.5	**2013**			
1974	42.5	**1994**	20.7	**2014**	42.7		
1975	37.3	**1995**	22.3	**2015**	59.3		
1976	49.3	**1996**	16.9	**2016**	33		
1977	32.5	**1997**	59.9	**2017**	41.3		
1978	42.3	**1998**	37.1	**2018**	41.5		
1979	40.5	**1999**	27.5	**2019**	31.5		
1980	20	**2000**	48.5	**2020**	35.5		

Tabla 05. Datos estación 15020

Estación 15141 (E.T.A. 032 TLALPITZAHUATL-MEX)

La estación 15141 (E.T.A. 032 TLALPITZAHUATL-MEX) cuenta con mediciones del año 1971 al 1998 con valores máximos para 21 de los 28 años. Se obtuvieron los registros disponibles de las precipitaciones diarias, obteniéndose los valores de las precipitaciones máximas anuales con una duración de 24 horas. En la siguiente tabla se muestran los datos máximos anuales.

Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.
1971		**1981**	41	**1991**	50
1972	77.70	**1982**	24	**1992**	42
1973		**1983**		**1993**	31
1974		**1984**	37.5	**1994**	
1975	60	**1985**	43	**1995**	
1976	43	**1986**	42.30	**1996**	
1977	25.90	**1987**	52	**1997**	45.70
1978	37.90	**1988**	36.50	**1998**	42.60
1979	27	**1989**	59.50		
1980	27.50	**1990**	38		

Tabla 06. Datos estación 15141

Estación 15268 (Ixtapaluca - Mex)

La estación 15268 (Ixtapaluca - Mex) cuenta con mediciones del año 1979 al 2024 con valores máximos para 40 de los 46 años. Se obtuvieron los registros disponibles de las precipitaciones diarias, obteniéndose los valores de las precipitaciones máximas anuales con una duración de 24 horas. En la siguiente tabla se muestran los datos máximos anuales.

Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.
1979		**1999**		**2019**	18
1980	62	**2000**	45	**2020**	18
1981	53	**2001**	65	**2021**	19
1982	27	**2002**	89	**2022**	25
1983	53	**2003**	80	**2023**	17
1984	47	**2004**	52	**2024**	17
1985	55	**2005**	60		

Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.
1986	85	**2006**	30		
1987	137	**2007**	106.5		
1988	80	**2008**	94.4		
1989	52.5	**2009**	32		
1990	38.5	**2010**	28.5		
1991	42	**2011**			
1992	58	**2012**			
1993	41	**2013**			
1994	47	**2014**			
1995	75.6	**2015**	30		
1996	43.7	**2016**	30		
1997	75	**2017**	25		
1998	73.2	**2018**	29		

Tabla 07. Datos estación 15268

Estación 15398 (LOS REYES - RIO LA COMPAÑÍA - MEX)

La estación 15398 (LOS REYES - RIO LA COMPAÑÍA - MEX) cuenta con mediciones del año 2014 al 2025 con valores máximos para 11 de los 12 años. Se obtuvieron los registros disponibles de las precipitaciones diarias, obteniéndose los valores de las precipitaciones máximas anuales con una duración de 24 horas. En la siguiente tabla se muestran los datos máximos anuales.

Año	Hp Máx.	Año	Hp Máx.
2014	23.00	**2020**	20.00
2015	20.00	**2021**	40.00
2016	20.00	**2022**	20.00
2017		**2023**	36.00
2018	26.00	**2024**	60.00
2019	64.00	**2025**	68.00

Tabla 08. Datos estación 15398

Comparativa de datos máximos entre estaciones

A partir del análisis de los valores máximos de precipitación anual registrados en las seis estaciones climatológicas (15017, 15018, 15020, 15141, 15268 y 15398), se identifica una marcada variabilidad tanto temporal como espacial en la ocurrencia de eventos extremos.

	15017			15018		15020			15141			15268			15398	
1961	51.5	10 JUL	28.8	3 JUL	33.6	8 JUN										
1962	30.1	19 JUN	21.5	1 ENE	38.6	1 ENE										
1963	46.8	22 JUL	89	1 ENE	24.6	16 MAY										
1964	48.5	1 FEB	45	1 ENE	25.6	1 FEB										
1965	47.8	7 JUL	33	21 ENE	35.9	26 AGO										
1966	31.9	12 AGO	40	2 ABR	43.5	16 JUN										
1967	55.5	10 ENE	48.5	10 ENE	58.5	10 ENE										
1968	44.5	28 JUN	53.1	11 SEP	34.3	11 JUN										
1969	38.5	6 ABR	85.4	21 JUN	38.8	1 SEP										
1970	31.3	11 MAY	41.2	5 ENE	43.2	5 ENE										
1971	29	20 MAR	28.2	26 JUN	36.2	13 JUN										
1972	41.5	29 MAY	59.8	29 MAY	80.2	29 MAY	77.7	15 JUL								
1973	28.5	8 JUN	47.4	15 JUN	40.9	23 ABR										
1974	26.2	7 AGO	79.2	22 SEP	42.5	13 AGO										
1975	42.2	24 MAY	32	24 MAY	37.3	31 AGO	60	6 ABR								
1976	39.9	2 FEB	51.5	10 OCT	49.3	12 AGO	43	24 AGO								
1977	28.2	24 MAY	30	13 MAY	32.5	8 AGO	25.9	28 OCT								
1978	34.5	16 MAR	36.5	5 SEP	42.3	17 SEP	37.9	16 MAR								
1979	53	10 SEP	35.2	10 MAR	40.5	18 JUL	27	25 AGO								
1980	50	27 FEB	71.1	18 JUL	20	4 AGO	27.5	22 OCT	62	27 JUN						

	15017			15018		15020		15141		15268		15398	
1981	54	7 JUL	37.1	15 JUN	30.5	27 AGO	41	20 AGO	53	10 JUL		
1982	24.8	22 MAY	33.3	11 SEP	33.3	10 MAY	24	16 JUL	27	25 AGO		
1983	47.5	27 JUL	59.7	4 JUL	30.8	1 ABR			53	6 JUL		
1984	35.5	4 FEB	33.9	4 FEB	24.3	12 JUL	37.5	22 JUN	47	11 ENE		
1985	35	3 JUN	73.2	4 JUN	37.7	3 JUN	43	14 JUN	55	30 JUN		
1986	33	4 JUN	36.7	28 MAY	50.2	28 MAY	42.3	21 JUN	85	27 JUN		
1987	30	11 JUN	43.2	9 MAY	73.2	31 AGO	52	29 AGO	137	12 MAY		
1988	46.5	4 MAR	64.3	4 MAR	45.8	4 MAR	36.5	4 MAR	80	14 JUL		
1989					48.4	22 JUN	59.5	21 JUN	52.5	28 AGO		
1990					23.9	9 JUL	38	4 JUL	38.5	1 JUL		
1991					46.6	29 MAY	50	5 ABR	42	21 SEP		
1992					41.8	31 AGO	42	27 JUL	58	16 SEP		
1993					39.5	10 JUN	31	22 ABR	41	27 JUL		
1994					20.7	22 JUL			47	26 AGO		
1995					22.3	22 AGO			75.6	25 MAY		
1996					16.9	23 SEP			43.7	11 AGO		
1997	42	28 JUL	46.6	9 OCT	59.9	12 SEP	45.7	19 JUL	75	2 JUL		
1998	26.5	16 SEP	53.8	14 SEP	37.1	22 JUL	42.6	29 JUN	73.2	11 SEP		
1999	54	21 JUN	50.8	6 SEP	27.5	26 JUL						
2000	78	26 JUN	36.5	31 OCT	48.5	7 JUL			45	18 SEP		
2001	54	26 AGO	35.1	11 MAY	23.5	18 SEP			65	24 AGO		
2002	45	4 ABR	42.5	20 MAY	40.2	10 FEB			89	5 JUN		
2003	33.5	15 JUL	36	6 JUN	30.3	26 AGO			80	30 MAR		
2004	65	28 ABR	34.2	20 SEP	32.3	27 JUN			52	27 ABR		

	15017			15018		15020			15141			15268			15398	
2005	38	27 JUL	28.4	5 OCT	47.3	11 OCT						60	6 OCT			
2006			43.1	3 JUN	30.6	2 JUN						30	16 JUN			
2007	66	22 AGO	107.1	22 AGO	44.1	22 AGO						106.5	18 JUL			
2008			56.1	16 JUN								94.4	8 JUL			
2009	43	15 ENE			27.4	6 SEP						32	16 ENE			
2010	41.5	3 FEB			26.7	3 FEB						28.5	11 SEP			
2011	100.2	30 JUN			32.5	30 JUN										
2012	31.5	9 FEB				24 JUL										
2013	25	14 JUN														
2014	51	24 DIC			42.7									23	15 ABR	
2015	52.5	10 MAY			59.3	16 AGO						30	16 JUN	20	1 ABR	
2016	52	28 AGO			33	25 JUL						30	8 MAR	20	1 FEB	
2017	48	9 AGO			41.3	4 JUL						25	27 JUL			
2018	30	14 MAR			41.5	5 AGO						29	8 SEP	26	16 JUL	
2019	43	6 JUN			31.5	5 MAR						18	2 SEP	64	6 AGO	
2020	43	17 JUL			35.5	18 ENE						18	28 AGO	20	14 FEB	
2021	60	1 FEB			55.4	12 MAY						19	1 ENE	40	25 JUN	
2022	35	25 JUN			40.5	28 JUL						25	20 ABR	20	5 OCT	
2023	38	22 ABR			30.5	17 AGO						17	24 AGO	36	20 JUL	
2024	39	30 JUN			52.5	17 AGO						17	15 SEP	60	26 JUN	
2025	42	26 MAR			35.8	12 JUN								68	14 SEP	

Tabla 09. Datos máximos estaciones climatológicas

En términos generales, la estación 15268 presenta los valores máximos más elevados del conjunto, alcanzando registros de hasta 137.00 mm, seguida por la estación 15018 con valores puntuales superiores a 100 mm, lo que sugiere una mayor incidencia de lluvias intensas en sus zonas de influencia.

Por su parte, estaciones como 15020 y 15141 muestran un comportamiento más moderado y relativamente consistente a lo largo del tiempo. Asimismo, se observa la presencia de vacíos de información en distintos periodos, particularmente en algunas estaciones, lo cual limita la continuidad del análisis y refuerza la necesidad de integrar los datos de manera conjunta.

En este contexto, la dispersión de los máximos anuales evidencia que ninguna estación por sí sola resulta completamente representativa del régimen de precipitación extrema de la zona, por lo que se justifica la adopción de un enfoque regionalizado para la estimación de tormentas de diseño.

Ajuste de los datos máximos a funciones de distribución.

Ajuste a función de Distribución Estación 15017 “Coatepec de los Olivos”

Los valores de precipitación máxima en 24 horas obtenidos, se ajustaron a una función de distribución de probabilidad. Para lo anterior se utilizó el programa “AX”, desarrollado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) el cual ajusta distintas funciones de probabilidad a series de datos, calcula el error estándar de cada una de ellas y estima valores para diferentes períodos de retorno.

Las funciones de probabilidad que contempla el programa son las siguientes: Normal, Log-normal de 2 parámetros, Log-normal de 3 parámetros, Gumbel, Exponencial, Exponencial de dos parámetros, Gamma y Doble Gumbel. Los métodos para calcular los parámetros de las funciones de probabilidad son: por momentos y por máxima verosimilitud; para obtener el mejor ajuste de menor error cuadrático.

La técnica del error cuadrático permite seleccionar el mejor ajuste de los distintos modelos, fue propuesto por kite en 1988., definida mediante la siguiente fórmula:

$$EEA=\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\hat{X}_T^j-X_T^j\right)^2}{n_j-m_p}\right]^{1/2}$$

Donde:

X_T^j Son los eventos

Q_i^j ordenados MAYr a menor con un periodo de retorno asignado:

$T=\frac{n_j-1}{m}$ y una probabilidad de excedencia $P=1-\frac{1}{T}$

n_j:Longitud del registro analizado

m:Número de orden

Q_T^j:Eventos estimados con alguna función de probabilidad para cada periodo de retorno

m_p:Número de parámetros de la distribución ajustada

La distribución de mejor ajuste será aquella que proporcione el mínimo valor del estadístico E.E.A. Si una o más distribuciones tienen valores similares del E.A.A, entonces de deberá optar por aquella distribución que tenga el menor número de parámetros. En la siguiente tabla se muestran los resultados de las funciones con los errores obtenidos para cada función probabilística.

Función	Momentos		Máxima verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	4.862		4.862	
Lognormal	3.366	3.027	3.711	3.846
Gumbel	3.172		3.482	
Exponencial	3.380		25.879	
Gamma	3.803	8.517	4.088	3.123
Doble Gumbel	3.323			
	Mínimo error estándar: 3.027 Calculado por la función: Lognormal (momentos) 3 p.			

Tabla 10. Resumen del error estándar para la estación 15017

La función Lognormal (momentos) de 3 parámetros fue la que tuvo un valor de ajuste menor, siendo de 3.027. La siguiente tabla muestra los valores de precipitación extrapolados para diferentes periodos de retorno.

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
2	40.5
5	52.5
10	60.9
25	72
50	80.5
100	89.2

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
500	110.6
1000	120.5
10000	155.4

Tabla 11. Ajuste de los datos de precipitación para la estación 15017

Ajuste a función de Distribución Estación 15018 “Colonia Manuel A Camacho”

La distribución de mejor ajuste será aquella que proporcione el mínimo valor del estadístico E.E.A. Si una o más distribuciones tienen valores similares del E.A.A, entonces de deberá optar por aquella distribución que tenga el menor número de parámetros. En la siguiente tabla se muestran los resultados de las funciones con los errores obtenidos para cada función probabilística.

Función	Momentos		Máxima verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	6.704		6.704	
Lognormal	3.621	3.507	4.573	4.851
Gumbel	3.725		5.206	
Exponencial	2.924	3.185	23.282	
Gamma	4.393		5.214	3.614
Doble Gumbel	2.585			
	Mínimo error estándar: 2.585 Calculado por la función: Doble Gumbel			

Tabla 12. Resumen del error estándar para la estación 15018

La función Doble Gumbel fue la que tuvo un valor de ajuste menor, siendo de 2.585. La siguiente tabla muestra los valores de precipitación extrapolados para diferentes periodos de retorno.

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
2	41.9
5	65
10	79.3
25	91.5
50	99.8

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
100	107.8
500	125.8
1000	133.4
10000	158.9

Tabla 13. Ajuste de los datos de precipitación para la estación 15018

Ajuste a función de Distribución Estación 15020 “Chalco-San Lucas”

La distribución de mejor ajuste será aquella que proporcione el mínimo valor del estadístico E.E.A. Si una o más distribuciones tienen valores similares del E.A.A, entonces de deberá optar por aquella distribución que tenga el menor número de parámetros. En la siguiente tabla se muestran los resultados de las funciones con los errores obtenidos para cada función probabilística.

Función	Momentos		Máxima verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	3.049	-----	3.049	-----
Lognormal	1.908	1.891	1.929	1.947
Gumbel	3.588	-----	1.697	-----
Exponencial	1.814	-----	23.472	-----
Gamma	2.178	1.970	2.290	2.125
Doble Gumbel	2.574			
	Mínimo error estándar: 1.697 Calculado por la función: Gumbel (máx. ver.)			

Tabla 14. Resumen del error estándar para la estación 15020

La función Gumbel (máx. ver.) fue la que tuvo un valor de ajuste menor, siendo de 1.697. La siguiente tabla muestra los valores de precipitación extrapolados para diferentes periodos de retorno.

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
2	36.4
5	47.4
10	54.6
25	63.8

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
50	70.6
100	77.4
500	93
1000	99.7
10000	122

Tabla 15. Ajuste de los datos de precipitación para la estación 15020

Ajuste a función de Distribución Estación 15141 “E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl”

La distribución de mejor ajuste será aquella que proporcione el mínimo valor del estadístico E.E.A. Si una o más distribuciones tienen valores similares del E.A.A, entonces de deberá optar por aquella distribución que tenga el menor número de parámetros. En la siguiente tabla se muestran los resultados de las funciones con los errores obtenidos para cada función probabilística.

Función	Momentos		Máxima verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	4.053	-----	4.053	-----
Lognormal	3.329	3.313	3.564	3.662
Gumbel	3.209	-----	3.276	-----
Exponencial	3.776	-----	22.909	-----
Gamma	3.481	3.285	3.903	3.142
Doble Gumbel	3.602			
	Mínimo error estándar: 3.142 Calculado por la función: Gamma (máx. ver.) 3p.			

Tabla 16. Resumen del error estándar para la estación 15141

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
2	40.2
5	51.8
10	59.1
25	67.9
50	74.1
100	80
500	92.7

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
1000	97.7
10000	109.2

Tabla 17. Ajuste de los datos de precipitación para la estación 15141

Ajuste a función de Distribución Estación 15268 “Ixtapaluca”

La distribución de mejor ajuste será aquella que proporcione el mínimo valor del estadístico E.E.A. Si una o más distribuciones tienen valores similares del E.A.A, entonces de deberá optar por aquella distribución que tenga el menor número de parámetros. En la siguiente tabla se muestran los resultados de las funciones con los errores obtenidos para cada función probabilística.

Función	Momentos		Máxima verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	7.557	-----	7.557	-----
Lognormal	4.694	4.458	3.584	3.688
Gumbel	4.293	-----	5.013	-----
Exponencial	5.638	-----	18..735	-----
Gamma	4.103	4.226	4.551	11111
Doble Gumbel	4.646			
	Mínimo error estándar: 3.584 Calculado por la función: Lognormal (máx. ver.) 2 p.			

Tabla 18. Resumen del error estándar para la estación 15268

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
2	44.6
5	70.3
10	89.2
25	115
50	135.4
100	156.9
500	211.5
1000	237.5

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
10000	332.9

Tabla 19. Ajuste de los datos de precipitación para la estación 15268

Ajuste a función de Distribución Estación 15398 “Los Reyes – Rio La Compañía”

La distribución de mejor ajuste será aquella que proporcione el mínimo valor del estadístico E.E.A. Si una o más distribuciones tienen valores similares del E.A.A, entonces de deberá optar por aquella distribución que tenga el menor número de parámetros. En la siguiente tabla se muestran los resultados de las funciones con los errores obtenidos para cada función probabilística.

Función	Momentos		Máxima verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	8.463	-----	8.463	-----
Lognormal	8.155	7.932	8.530	8.848
Gumbel	7.489	-----	8.838	----
Exponencial	7.593	-----	11.535	-----
Gamma	7.608	7.767	8.377	11111.000
Doble Gumbel	22.142			
	Mínimo error estándar: 7.489 Calculado por la función: Gumbel (momentos)			

Tabla 20. Resumen del error estándar para la estación 15398

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
2	32.9
5	49.9
10	61.2
25	75.4
50	85.9
100	96.4
500	106.8
1000	130.9

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
10000	165.5

Tabla 21. Ajuste de los datos de precipitación para la estación 15398

Lluvia de diseño

Una vez que se obtuvieron los datos de precipitación máxima en 24 horas para cada periodo de retorno por cada una de las estaciones, se procedió a obtener la precipitación ponderada tomando en cuenta el área de influencia de cada una de las estaciones sobre el área total de las cuencas identificadas.

Cálculo con precipitaciones máximas en 24 hrs			
Clave	**Estación**	**Años efectivos**	**Área de influencia (km^2)**
15017	Coatepec de los Olivos	55	34.46
15018	Colonia Manuel A Camacho	40	54.34
15020	Chalco-San Lucas	62	0
15141	E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl	28	23.70
15268	Ixtapaluca	40	31.33
15398	Los Reyes – Rio La Compañia	11	14.29
		Σ=	158.12

Tabla 22. Áreas de influencia de estaciones

Eventos de diseño							
Clave	**15017**	**15018**	15020	15141	15268	15398	**Promedio Ponderado**
Estación	**Coatepec de los Olivos**	**Colonia Manuel A Camacho**	**Chalco-San Lucas**	**E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl**	**Ixtapaluca**	**Los Reyes - Rio La Compañia**	
T (años)	**h(mm)**	**h(mm)**	**h (mm)**	**h (mm)**	**h (mm)**	**h (mm)**	**h (mm)**
2	40.5	41.9	36.4	40.2	44.6	32.9	41.062
5	52.5	65	47.4	51.8	70.3	49.9	59.983
10	60.9	79.3	54.6	59.1	89.2	61.2	72.588
25	72	91.5	63.8	67.9	115	75.4	86.914
50	80.5	99.8	70.6	74.1	135.4	85.9	97.539
100	89.2	107.8	77.4	80	156.9	96.4	108.278
500	110.6	125.8	93	92.7	211.5	106.8	132.790

Clave	15017	15018	15020	15141	15268	15398	Promedio Ponderado
Estación	Coatepec de los Olivos	Colonia Manuel A Camacho	Chalco-San Lucas	E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl	Ixtapaluca	Los Reyes - Rio La Compañia	
T (años)	h(mm)	h(mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1000	120.5	133.4	99.7	97.7	237.5	130.9	145.638
10000	155.4	158.9	122	109.2	332.9	165.5	185.761

Tabla 23. Promedio ponderado de la lluvia de diseño

Corrección por intervalo fijo de medición

Se realizó la corrección al valor de las lluvias máximas diarias para adecuar la lámina, lo mejor posible al valor real. L.L. Weiss, en base a estudio de miles de estaciones-año datos de lluvia, encontró que los resultados de un análisis probabilístico llevado a cabo con lluvias máximas anuales tomadas en un único y fijo intervalo de observación, para cualquier duración comprendida entre 1 y 24 horas, al ser incrementados en un 13 %, conducían a magnitudes más aproximadas a las obtenidas en el análisis de lluvias máximas verdaderas.
De acuerdo a lo anterior, el valor representativo adoptado para cada cuenca deberá ser multiplicado por 1.13, para ajustarlo por intervalo fijo y único de observación. Finalmente, el valor de corrección que deberá efectuarse a las lluvias es el resultado de multiplicar el factor de corrección por intervalo fijo de observación.

Tr (años)	Precipitación máxima en 24 horas
2	46.40
5	67.78
10	82.02
25	98.21
50	110.22
100	122.35
500	150.05
1000	164.57
10000	209.91

Tabla 24. Corrección por intervalo fijo

Los valores obtenidos de este ajuste posteriormente se utilizaron para la predicción de los gastos de la avenida máxima para diferentes periodos de retorno.

Curvas de Intensidad-Duración-Período de Retorno

En este apartado se presentan las curvas i-d-Tr (Intensidad-Duración-Periodo de Retorno), las cuales son obtenidas de los resultados de análisis de frecuencia presentado anteriormente.

Los eventos de diseño asociados a cierto periodo de retorno se estiman a través de la modelación de variables hidrológicas ya sean escurrimientos (Gastos máximos anuales) o mediante la relación lluvia-escurrimiento donde la variable analizada es la precipitación. El impulso (intensidad de lluvia) de un modelo lluvia-escurrimiento se obtiene estableciendo relaciones entre las lluvias de una determinada duración y periodo de retorno.

Cuando sólo se disponen de pluviógrafos se debe obtener la relación empírica:

$$R = \frac{h_{1h}^2}{h_{24h}^2} \qquad h_{1h}^2 = R * h_{24h}^2$$

Donde:

R: Relación empírica entre una lluvia de 1 hora y una de 24 horas para un periodo de retorno de 2 años.
h_{1h}^2: Lluvia de duración de una hora y periodo de retorno de 2 años
h_{24h}^2: Lluvia de duración de 24 hora y periodo de retorno de 2 años

Este estudio presenta la aplicación de las ecuaciones de precipitación propuesta por Chen (1983), mediante el coeficiente K, con el cual se relaciona la precipitación máxima de 24 horas determinado por Baeza (2007), aplicable a la República Mexicana (Figura 13). Utilizando las estaciones climatológicas antes mencionadas.

El procedimiento de obtención se describe a continuación:

1) Seleccionar los periodos de retorno que tendrán las curvas I-d-Tr.

2) Calcular los valores representativos para la cuenca en estudio, de la lluvia máxima en 24 horas para los periodos de retorno de las curvas.

3) Calcular la lluvia en una hora y periodo de retorno de 2 años, o bien, selecciona el cociente entre tal lluvia y la de 24 horas, también en un periodo de retorno de 2 años.

4) Se construirán las curvas precipitación-duración-periodo de retorno para

duraciones menores a una hora, utilizando el coeficiente K (Baeza, 2007).

5) Cuando las curvas precipitación-duración-periodo de retorno para duraciones mayores a una hora utilizando y menores a 24 horas, se determinarán las lluvias de duraciones de 1 y 2 horas, para cada periodo de retorno.

6) Las curvas intensidad-duración-periodo de retorno se obtienen al dividir la precipitación entre la duración correspondiente para cada periodo de retorno calculado.

7) Las curvas intensidad-duración-periodo de retorno se dibujan en una escala normal o logarítmica.

Tomando en cuenta el mapa, se estimó un K=0.60

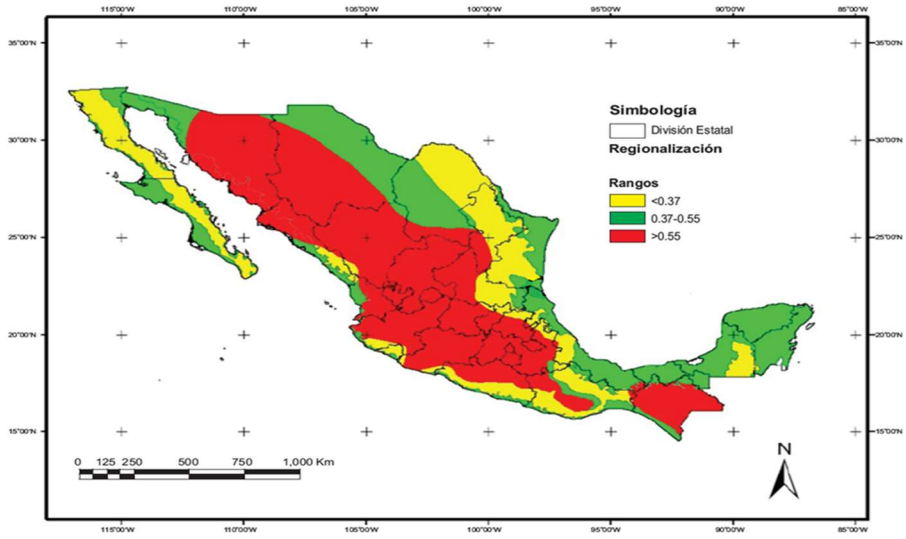


Figura 13. Valores de K para la República Mexicana propuestos por Baeza

Método de Chen Ajustado

Al tener la lluvia máxima en una hora, se estimarán lluvias asociadas a duraciones menores de una hora, por el método de Chen (1983) ajustado, quien propuso una fórmula general para representar la relación intensidad-duración-periodo de retorno, siendo necesario para su aplicación conocer las siguientes relaciones:

$$R = \frac{h_1^T}{h_{24}^T} \qquad h_1^T = R * h_{24h}^T$$

donde:

h_1^T: Es la precipitación acumulada en una hora y precipitación de retorno T.

h_{24}^T: Es la precipitación acumulada en 24 horas y precipitación de retorno T.

R: Es la relación de lluvias acumuladas para duraciones menores a 24 horas.

La fórmula propuesta por Chen es la siguiente:

$$Hp_t^T = \frac{a * hp_{24}^t * K}{(t+b)^c}\left(\frac{t}{60}\right)$$

Donde:

Hp_t^T: Es la intensidad de lluvia en mm/h para un periodo de retorno Tr y una lluvia de t minutos de duración.

hp_{24}^t: Es la precipitación acumulada en 24 horas y precipitación de retorno T.

K: Es la relación de lluvia de la 1.

a, b, c: Son parámetros que dependen del lugar y de la relación K.

En donde a, b y c se obtienen por lo siguiente:

$$a = -2.297536 + 100.0389K - 432.5438K^2 - 1028.902K^4$$
$$b = -9.845761 + 96.94864K - 341.4349K^2 - 598.7461K^4$$
$$c = -0.06498345 + 5.069294K - 16.0811K^2 - 20.06288K^4$$

Los valores obtenidos de a, b y c son los siguientes: a= 40.01, b=11.52 y c=0.87. En la Tabla siguiente se muestran los resultados de precipitación obtenidos.

Tr (años)	Precipitación de lluvia Duración (minutos)																
	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	240
2	8.09	12.86	16.08	18.45	20.29	21.77	24.97	27.13	28.74	30.01	31.05	31.94	32.71	33.39	34.00	34.55	36.34
5	11.82	18.78	23.49	26.95	29.64	31.81	36.48	39.63	41.98	43.83	45.36	46.66	47.78	48.78	49.66	50.47	53.09
10	14.30	22.73	28.42	32.61	35.86	38.49	44.15	47.96	50.80	53.05	54.90	56.46	57.83	59.03	60.10	61.07	64.24

Tr (años)	Precipitación de lluvia Duración (minutos)																
	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	240
25	17.13	27.21	34.03	39.05	42.94	46.09	52.86	57.43	60.83	63.52	65.73	67.61	69.24	70.68	71.96	73.13	76.92
50	19.22	30.54	38.20	43.82	48.19	51.72	59.32	64.45	68.26	71.28	73.76	75.87	77.70	79.32	80.76	82.07	86.33
100	21.33	33.90	42.40	48.65	53.50	57.41	65.85	71.55	75.78	79.13	81.89	84.23	86.26	88.05	89.65	91.10	95.83
500	26.16	41.58	52.00	59.66	65.61	70.41	80.76	87.74	92.94	97.04	100.42	103.29	105.78	107.98	109.95	111.73	117.52
1000	28.70	45.60	57.03	65.43	71.95	77.23	88.58	96.23	101.93	106.43	110.14	113.29	116.02	118.43	120.59	122.54	128.89
10000	36.60	58.16	72.74	83.46	91.78	98.50	112.98	122.74	130.01	135.75	140.48	144.50	147.98	151.06	153.81	156.30	164.40

Tabla 25. Precipitación de diseño

Con base en los valores calculados en la tabla anterior se construyó la tabla de Intensidad de lluvia. Dichos valores se obtienen de dividir los valores de precipitación obtenidos al aplicar la siguiente fórmula entre su duración en horas (t).

$$I = \frac{Hp_t^T}{\frac{t}{60}}$$

Donde:

I: Es la intensidad de lluvia en mm/h para un periodo de retorno de T años y una lluvia de t minutos de duración.

Hp: Es la lluvia en mm para un periodo de retorno de T años y una lluvia de t minutos de duración.

T: Es la duración de la lluvia en milímetros, en un intervalo de 5 minutos a 240 minutos.

Tr (años)	Intensidad de lluvia Duración (minutos) 5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	240
2	97.09	77.14	64.32	55.34	48.69	43.55	33.30	27.13	22.99	20.00	17.74	15.97	14.54	13.36	12.36	11.52	9.09
5	141.83	112.68	93.95	80.85	71.13	63.61	48.64	39.63	33.58	29.22	25.92	23.33	21.24	19.51	18.06	16.82	13.27
10	171.63	136.36	113.70	97.83	86.07	76.98	58.86	47.96	40.64	35.36	31.37	28.23	25.70	23.61	21.86	20.36	16.06
25	205.50	163.27	136.14	117.14	103.06	92.17	70.48	57.43	48.66	42.34	37.56	33.80	30.77	28.27	26.17	24.38	19.23
50	230.63	183.23	152.78	131.46	115.66	103.44	79.10	64.45	54.61	47.52	42.15	37.94	34.53	31.73	29.37	27.36	21.58
100	256.02	203.41	169.60	145.94	128.39	114.83	87.81	71.55	60.62	52.75	46.79	42.11	38.34	35.22	32.60	30.37	23.96
500	313.97	249.45	208.00	178.98	157.46	140.82	107.68	87.74	74.35	64.69	57.38	51.65	47.01	43.19	39.98	37.24	29.38
1000	344.35	273.59	228.12	196.29	172.69	154.45	118.10	96.23	81.54	70.95	62.94	56.64	51.56	47.37	43.85	40.85	32.22

Tabla 26. Intensidad de lluvia de diseño para diferentes duraciones y periodos de retorno

De manera gráfica, se muestran a continuación los valores calculados de intensidad de lluvia y las curvas de distribución para diferentes periodos de retorno.

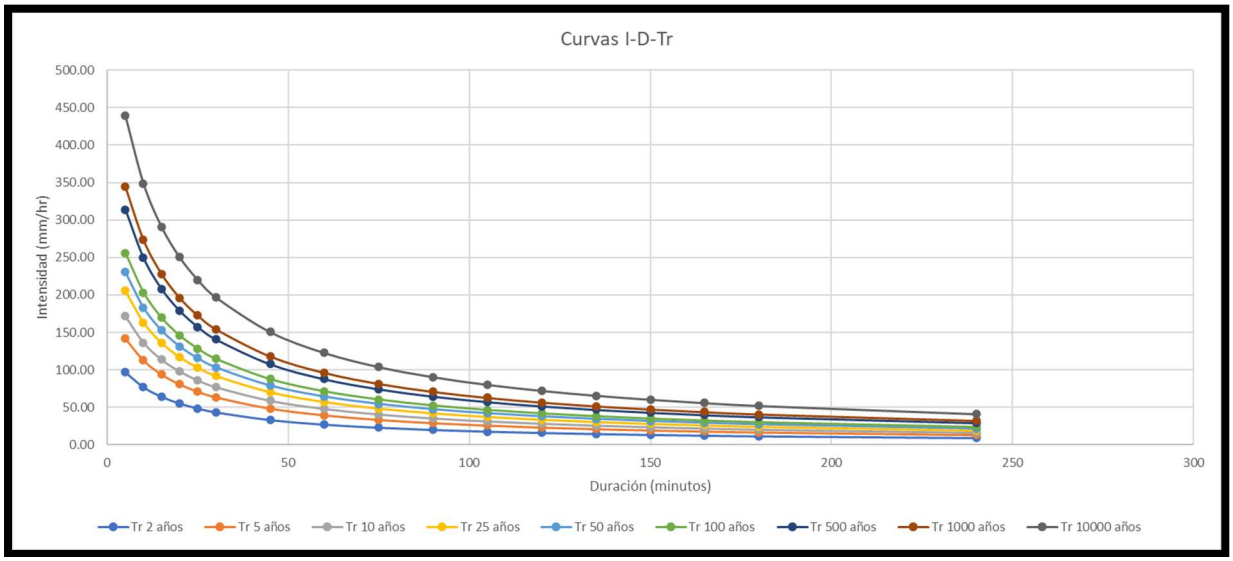


Figura 14. Curvas I-D-Tr de diseño

Metodología para la obtención de curvas IDT particulares, subcuenca 1

Retomando los valores de precipitación máxima en 24 horas para cada periodo de retorno para cada una de las estaciones, se procedió a obtener la precipitación ponderada tomando en cuenta el área de influencia de cada una de las estaciones sobre el área total de las subcuencas consideradas.

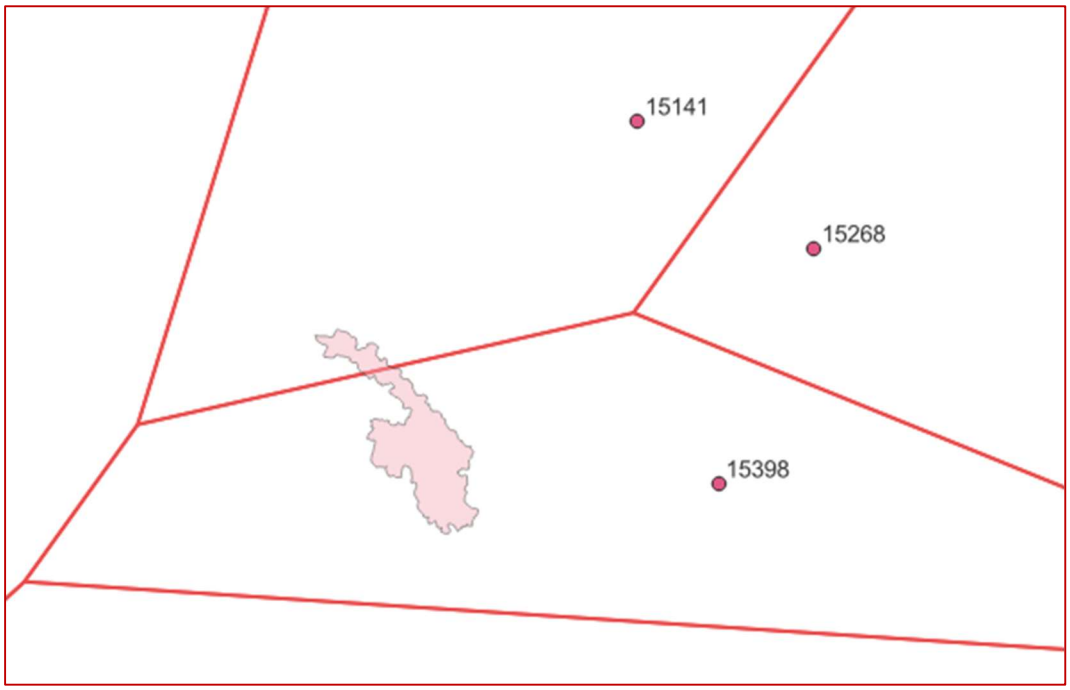


Figura 15. Áreas de influencia de estaciones, Subcuenca 1

Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia		
Clave	15141	15398
Estación	E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl	Los Reyes - Rio La Compañia
T (años)	h (mm)	h (mm)
2	40.2	32.9
5	51.8	49.9
10	59.1	61.2

Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia		
Clave	15141	15398
Estación	E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl	Los Reyes - Rio La Compañia
T (años)	h (mm)	h (mm)
25	67.9	75.4
50	74.1	85.9
100	80	96.4
500	92.7	106.8
1000	97.7	130.9
10000	109.2	165.5

Tabla 27. Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia, Subcuenca 1

Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen			
Clave	**15141**	**15398**	**S**
Área de influencia (km^2)	**0.225**	**1.382**	**1.6073585**
Estación	**E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl**	**Los Reyes - Rio La Compañia**	**Valor ponderado**
T (años)	**h (mm)**	**h (mm)**	**h (mm)**
2	9.04	45.48	33.92
5	11.65	68.98	50.17
10	13.30	84.60	60.91
25	15.28	104.23	74.35
50	16.67	118.75	84.25
100	18.00	133.26	94.10
500	20.86	147.64	104.83
1000	21.98	180.95	126.25
10000	24.57	228.78	157.62

Tabla 28. Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen, Subcuenca 1

PROCEDIMIENTO BASADO EN LA FÓRMULA DE CHEN

Las intensidades con duración de 60 minutos y periodos de retorno de 10, 25 y 50 años, que son los disponibles y que se designan como: P10, P25, P50, ya que por tener una duración de una hora corresponden a precipitaciones o láminas de lluvia en milímetros. En seguida, las predicciones de lluvia máxima diaria de periodos de retorno 10, 25, 50 y 100 años se multiplican por 1.13 para convertirlas en P24Tr, con las cuales se obtienen los cocientes lluvia-duración (R) y lluvia-frecuencia (F) necesarios para aplicar la fórmula de Chen, estos son:

$$R = \frac{{P_1}^{Tr}}{{P_{24}}^{Tr}} \qquad F = \frac{{P_{24}}^{100}}{{P_{24}}^{10}}$$

Para el presente, de acuerdo con el análisis de las isoyetas de SICT, se obtuvieron las siguientes precipitaciones para una duración de 60 minutos:

Periodo de retorno	Precipitación
Tr	mm
5	35.00
10	44.00
25	55.00
50	62.00
100	70.00

Tabla 29. Alturas de Precipitación, Método Isoyetas SICT

Corrección por intervalo fijo de medición

Se realizó la corrección al valor de las lluvias máximas diarias para adecuar la lámina, lo mejor posible al valor real. L.L. Weiss, en base a estudio de miles de estaciones-año datos de lluvia, encontró que los resultados de un análisis probabilístico llevado a cabo con lluvias máximas anuales tomadas en un único y fijo intervalo de observación, para cualquier duración comprendida entre 1 y 24 horas, al ser incrementados en un 13 %, conducían a magnitudes más aproximadas a las obtenidas en el análisis de lluvias máximas verdaderas.

De acuerdo a lo anterior, el valor representativo adoptado para cada cuenca deberá ser multiplicado por 1.13, para ajustarlo por intervalo fijo y único de observación.

Finalmente, el valor de corrección que deberá efectuarse a las lluvias es el resultado de multiplicar el factor de corrección por intervalo fijo de observación.

Periodo de retorno	Precipitación	1.13 * Precipitación
	mm	
5	50.17	56.69
10	60.91	68.82
25	74.35	84.02
50	84.25	95.20
100	94.10	106.34

Tabla 30. Corrección por intervalo fijo de alturas de precipitación, Subcuenca 1

Con base en los resultados obtenidos del análisis previo, se determinaron los cocientes lluvia-duración (R) mediante la relación entre el valor de precipitación obtenido a partir del ajuste de funciones, afectado por un factor de corrección de 1.13, y el valor de precipitación derivado del análisis de las isoyetas de la SICT.

Periodo de retorno	Precipitación	Precipitación [1]	R
Tr	(60 min)	(24 hrs)	
5	35.00	56.69	0.62
10	44.00	68.82	0.64
25	55.00	84.02	0.65
50	62.00	95.20	0.65
100	70.00	106.34	0.66

Tabla 31. Obtención de cocientes lluvia-duración (R), Subcuenca 1

Por lo tanto, el valor de cociente lluvia duración promedio obtenido es el de **R=0.6442**

Posteriormente se determina el valor del cociente lluvia - frecuencia F de acuerdo con las precipitaciones máximas diarias para periodos de retorno de 10 y 100 años, de la siguiente forma:

$$F = \frac{{P_{24}}^{100}}{{P_{24}}^{10}}$$

Sustituyendo:

$$F = \frac{106.34}{68.82} = 1.545$$

Con el valor promedio (R) , se obtienen en las gráficas propuestas por Chen los parámetros a, b y c. Estas gráficas se han expresado en forma de ecuaciones de regresión polinomial.

Se obtuvieron dos grupos de ecuaciones para determinar los valores de a, b, c; los cuales están en función del valor de R; a continuación, se presentan los dos casos.

Caso 1: $0.10 \leq R \leq 0.60$

$$a = -2.297536 + 100.0389\,R - 432.5438\,R^2 + 1{,}256.228\,R^3 - 1{,}028.902\,R^4$$

$$b = -9.845761 + 96.94864\,R - 341.4349\,R^2 + 757.9172\,R^3 - 598.7461\,R^4$$

$$c = -0.06498345 + 5.069294\,R - 16.08111\,R^2 + 29.09596\,R^3 - 20.06288\,R^4$$

Caso 2: $0.20 \leq R \leq 0.70$

$$a = 21.03453 - 186.4683\,R + 825.4915\,R^2 - 1{,}084.846\,R^3 + 524.06R^4$$

$$b = 3.487775 - 68.13976\,R + 389.4625\,R^2 - 612.4041\,R^3 + 315.8721R^4$$

$$c = 0.2677553 + 0.9481759\,R + 2.109415\,R^2 - 4.827012\,R^3 + 2.459584\,R^4$$

Para el caso en estudio correspondiente con el valor promedio de R las ecuaciones a utilizar para el cálculo de las variables a, b y c serán las correspondientes al del Caso 2.

Sustituyendo el valor de R, se obtiene:

CASO 1		CASO 2		PROMEDIO	
a =	41.286	a =	43.716	a =	42.501
b =	10.421	b =	11.896	b =	11.159
c =	0.850	c =	0.887	c =	0.869

Tabla 32. Valores calculados de a, b y c para formula de Chen, Subcuenca 1

Una vez obteniendo las variables a, b y c se calculan los valores correspondientes a las gráficas de intensidad, duración y periodo de retorno (i - D -Tr) mediante la fórmula de Chen como se muestra a continuación:

$$i_D{}^{Tr} = \frac{a * P_1{}^{10} * \log(10^{2-F} * Tr^{F-1})}{(D+b)^c} = \frac{\alpha_{Tr}}{(D+b)^c}$$

Donde:

$I_D{}^{Tr}$. – Intensidad en mm/h

$P_1{}^{10}$. – Precipitación con duración de una hora y periodo de retorno de 10 años en milímetros

D. – Duración en minutos (5 ≤ D ≤ 1,440)

Tr. – Periodo de retorno en años (5 ≤ Tr ≤ 100)

Los valores de los cocientes R y F definen, respectivamente, la forma de las curvas i-D-Tr y su separación entre ellas; en cambio, la lluvia $P_1{}^{10}$ establece el escalamiento.

a =	43.72	F=	1.545
b =	11.90	R=	0.644
c =	0.89	$P_1{}^{10}$=	44.00

Tabla 33. Valores característicos de la fórmula de Chen, Subcuenca 1

Aplicando la fórmula de Chen se obtiene:

INTENSIDAD (mm/hr)												
(Tr)	Duraciones en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120
2	96.96	77.04	64.20	55.18	48.50	43.33	33.03	26.84	22.68	19.69	17.44	15.66
5	130.94	104.04	86.69	74.52	65.49	58.51	44.60	36.24	30.63	26.60	23.55	21.15
10	156.64	124.46	103.71	89.15	78.35	69.99	53.35	43.35	36.64	31.82	28.17	25.31
25	190.62	151.46	126.20	108.49	95.34	85.18	64.93	52.75	44.59	38.72	34.28	30.80
50	216.32	171.88	143.22	123.12	108.20	96.66	73.68	59.87	50.61	43.94	38.90	34.95
100	242.03	192.31	160.24	137.74	121.05	108.15	82.43	66.98	56.62	49.16	43.52	39.10
200	267.73	212.73	177.25	152.37	133.91	119.63	91.19	74.09	62.63	54.38	48.14	43.25

Tabla 34. Intensidad de lluvia de diseño para diferentes duraciones y periodos de retorno, Subcuenca 1

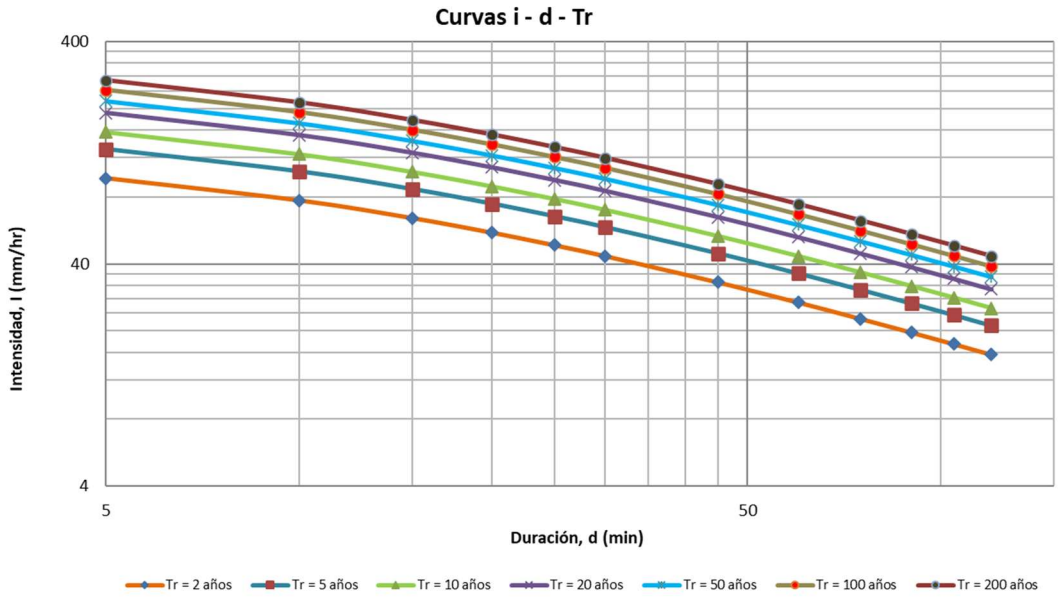


Figura 16. Curvas I-d-Tr de diseño. Subcuenca 1

De manera análoga, se aplicó la metodología antes mencionada a las demás subcuencas con influencia en el trazo del Trolebus para el primer subtramo del Km 0+000 al Km 2+000, obteniendo los siguientes resultados:

Metodología para la obtención de curvas IDT particulares, subcuenca 2

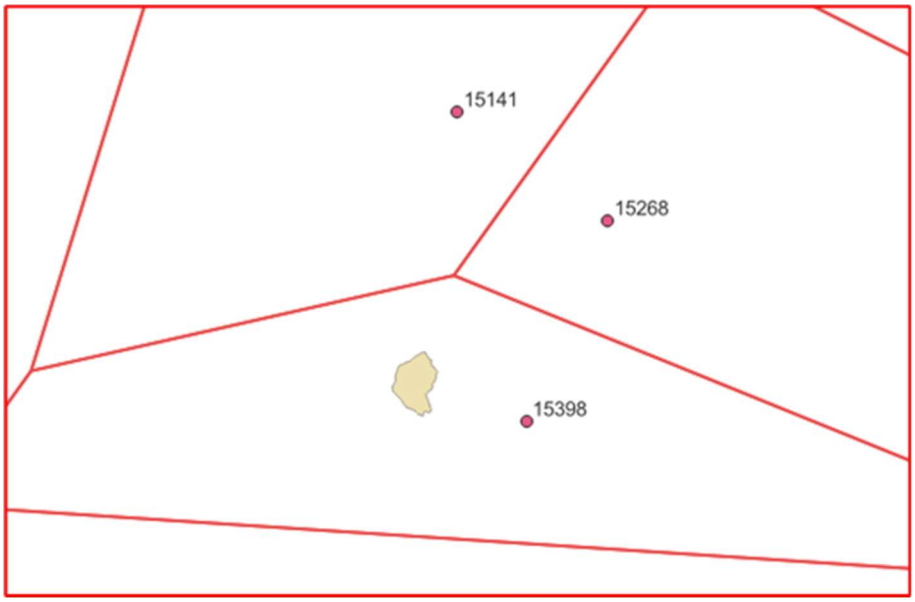


Figura 17. Áreas de influencia de estaciones, Subcuenca 2

Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana	
Clave	**15398**
Estación	**Los Reyes - Rio La Compañia**
T (años)	**h (mm)**
2	32.9
5	49.9
10	61.2
25	75.4
50	85.9
100	96.4

Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana	
Clave	15398
Estación	Los Reyes - Rio La Compañia
T (años)	h (mm)
500	106.8
1000	130.9
10000	165.5

Tabla 35. Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia, Subcuenca 2

Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen		
Clave	15398	S
Área de influencia (km^2)	0.389	0.38942173
Estación	Los Reyes - Rio La Compañia	Valor ponderado
T (años)	h (mm)	h (mm)
2	12.81	32.90
5	19.43	49.90
10	23.83	61.20
25	29.36	75.40
50	33.45	85.90
100	37.54	96.40
500	41.59	106.80
1000	50.98	130.90
10000	64.45	165.50

Tabla 36. Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen, Subcuenca 2

Procedimiento Basado En La Fórmula De Chen, Subcuenca 2

Periodo de retorno	Precipitación
Tr	mm
5	35.00
10	44.00
25	55.00
50	62.00
100	70.00

Tabla 37. Alturas de Precipitación, Método Isoyetas SICT

Corrección por intervalo fijo de medición, Subcuenca 2

Periodo de retorno	Precipitación	1.13 * Precipitación
	mm	
5	49.90	56.39
10	61.20	69.16
25	75.40	85.20
50	85.90	97.07
100	96.40	108.93

Tabla 38. Corrección por intervalo fijo de alturas de precipitación, Subcuenca 2

Periodo de retorno Tr	Precipitación (60 min)	Precipitación [1] (24 hrs)	R
5	35.00	56.39	0.62
10	44.00	69.16	0.64
25	55.00	85.20	0.65
50	62.00	97.07	0.64
100	70.00	108.93	0.64

Tabla 39. Obtención de cocientes lluvia-duración (R), Subcuenca 2

Por lo tanto, el valor de cociente lluvia duración promedio obtenido es el de **R=0.6368**

CASO 1		CASO 2		PROMEDIO	
a =	**41.207**	**a =**	**43.073**	**a =**	**42.140**
b =	**10.695**	**b =**	**11.829**	**b =**	**11.262**
c =	**0.856**	**c =**	**0.885**	**c =**	**0.871**

Tabla 40. Valores calculados de a, b y c para formula de Chen, Subcuenca 2

a =	43.07	F=	1.575
b =	11.83	R=	0.637
c =	0.88	P_1^{10}=	44.00

Tabla 41. Valores característicos de la fórmula de Chen, Subcuenca 2

Aplicando la fórmula de Chen se obtiene:

INTENSIDAD (mm/hr)												
(Tr)	Duraciones en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120
2	93.19	74.03	61.68	53.02	46.60	41.64	31.75	25.80	21.82	18.95	16.78	15.08
5	128.86	102.37	85.29	73.32	64.44	57.57	43.90	35.68	30.17	26.20	23.20	20.85
10	155.85	123.80	103.15	88.67	77.93	69.63	53.09	43.15	36.48	31.69	28.06	25.21
25	191.52	152.14	126.76	108.97	95.77	85.57	65.24	53.03	44.83	38.94	34.48	30.98
50	218.50	173.57	144.62	124.32	109.26	97.62	74.43	60.50	51.15	44.42	39.34	35.35
100	245.48	195.01	162.48	139.67	122.76	109.68	83.63	67.97	57.47	49.91	44.20	39.72
200	272.47	216.44	180.34	155.03	136.25	121.73	92.82	75.44	63.79	55.40	49.05	44.08

Tabla 42. Intensidad de lluvia de diseño para diferentes duraciones y periodos de retorno, Subcuenca 2

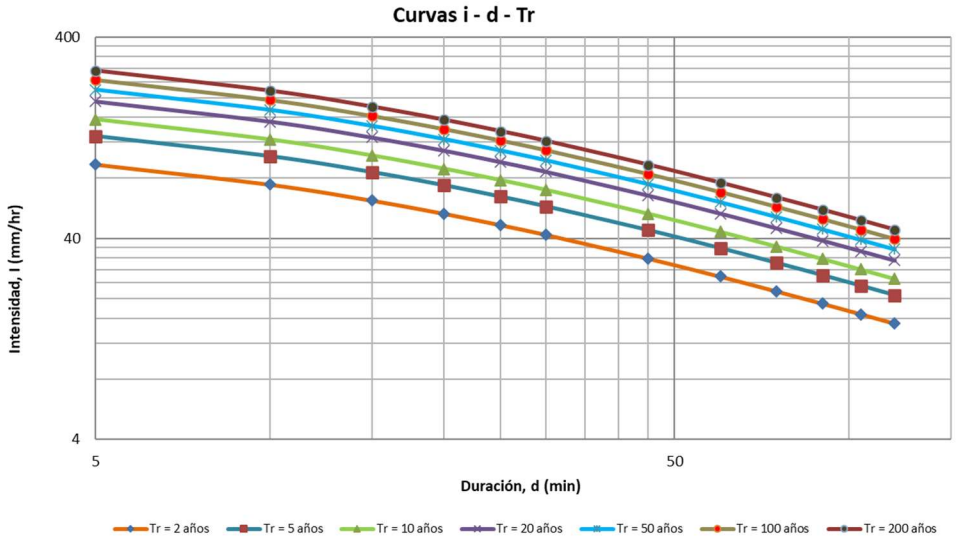


Tabla 18. Curvas IdTr de diseño. Subcuenca 2

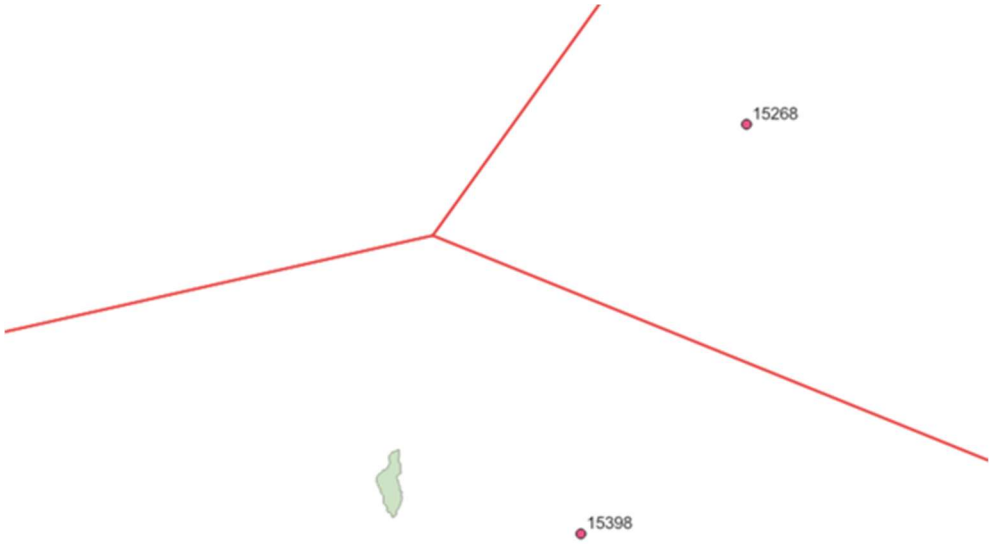


Figura 19. Áreas de influencia de estaciones, Subcuenca 3

Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia	
Clave	15398
Estación	Los Reyes - Rio La Compañia
T (años)	h (mm)
2	32.9
5	49.9
10	61.2
25	75.4
50	85.9
100	96.4
500	106.8

Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia	
Clave	15398
Estación	Los Reyes - Rio La Compañia
T (años)	h (mm)
1000	130.9
10000	165.5

Tabla 43. Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia, Subcuenca 3

Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen		
Clave	**15398**	**S**
Área de influencia (km^2)	**0.222**	**0.22155593**
Estación	**Los Reyes - Rio La Compañia**	**Valor ponderado**
T (años)	**h (mm)**	**h (mm)**
2	7.29	32.90
5	11.06	49.90
10	13.56	61.20
25	16.71	75.40
50	19.03	85.90
100	21.36	96.40
500	23.66	106.80
1000	29.00	130.90
10000	36.67	165.50

Tabla 44. Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen, Subcuenca 3

Procedimiento Basado En La Fórmula De Chen, Subcuenca 3

Periodo de retorno	Precipitación
Tr	mm
5	35.00
10	44.00
25	55.00
50	62.00
100	70.00

Tabla 45. Alturas de Precipitación, Método Isoyetas SICT

Corrección por intervalo fijo de medición, Subcuenca 3

Periodo de retorno	Precipitación	1.13 * Precipitación
	mm	
5	49.90	56.39
10	61.20	69.16
25	75.40	85.20
50	85.90	97.07
100	96.40	108.93

Tabla 46. Corrección por intervalo fijo de alturas de precipitación, Subcuenca 3

Periodo de retorno Tr	Precipitación (60 min)	Precipitación [1] (24 hrs)	R
5	35.00	56.39	0.62
10	44.00	69.16	0.64
25	55.00	85.20	0.65
50	62.00	97.07	0.64

Periodo de retorno Tr	Precipitación (60 min)	Precipitación [1] (24 hrs)	R
100	70.00	108.93	0.64

Tabla 47. Obtención de cocientes lluvia-duración (R), Subcuenca 3

Por lo tanto, el valor de cociente lluvia duración promedio obtenido es el de **R=0.6368**

CASO 1		CASO 2		PROMEDIO	
a =	**41.207**	**a =**	**43.073**	**a =**	**42.140**
b =	**10.695**	**b =**	**11.829**	**b =**	**11.262**
c =	**0.856**	**c =**	**0.885**	**c =**	**0.871**

Tabla 48. Valores calculados de a, b y c para formula de Chen, Subcuenca 3

a =	43.07	F=	1.575
b =	11.83	R=	0.637
c =	0.88	P_1^{10}=	44.00

Tabla 49. Valores característicos de la fórmula de Chen, Subcuenca 3

Aplicando la fórmula de Chen se obtiene:

(Tr)	INTENSIDAD (mm/hr) Duraciones en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120
2	93.19	74.03	61.68	53.02	46.60	41.64	31.75	25.80	21.82	18.95	16.78	15.08
5	128.86	102.37	85.29	73.32	64.44	57.57	43.90	35.68	30.17	26.20	23.20	20.85
10	155.85	123.80	103.15	88.67	77.93	69.63	53.09	43.15	36.48	31.69	28.06	25.21
25	191.52	152.14	126.76	108.97	95.77	85.57	65.24	53.03	44.83	38.94	34.48	30.98
50	218.50	173.57	144.62	124.32	109.26	97.62	74.43	60.50	51.15	44.42	39.34	35.35

(Tr)	INTENSIDAD (mm/hr) Duraciones en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120
100	245.48	195.01	162.48	139.67	122.76	109.68	83.63	67.97	57.47	49.91	44.20	39.72
200	272.47	216.44	180.34	155.03	136.25	121.73	92.82	75.44	63.79	55.40	49.05	44.08

Tabla 50. Intensidad de lluvia de diseño para diferentes duraciones y periodos de retorno, Subcuenca 3

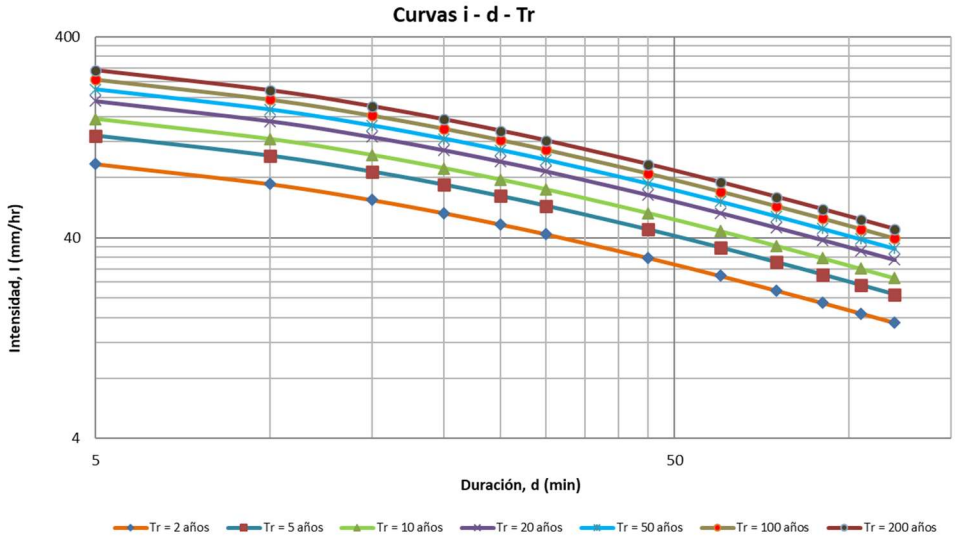


Tabla 20. Curvas IdTr de diseño. Subcuenca 3

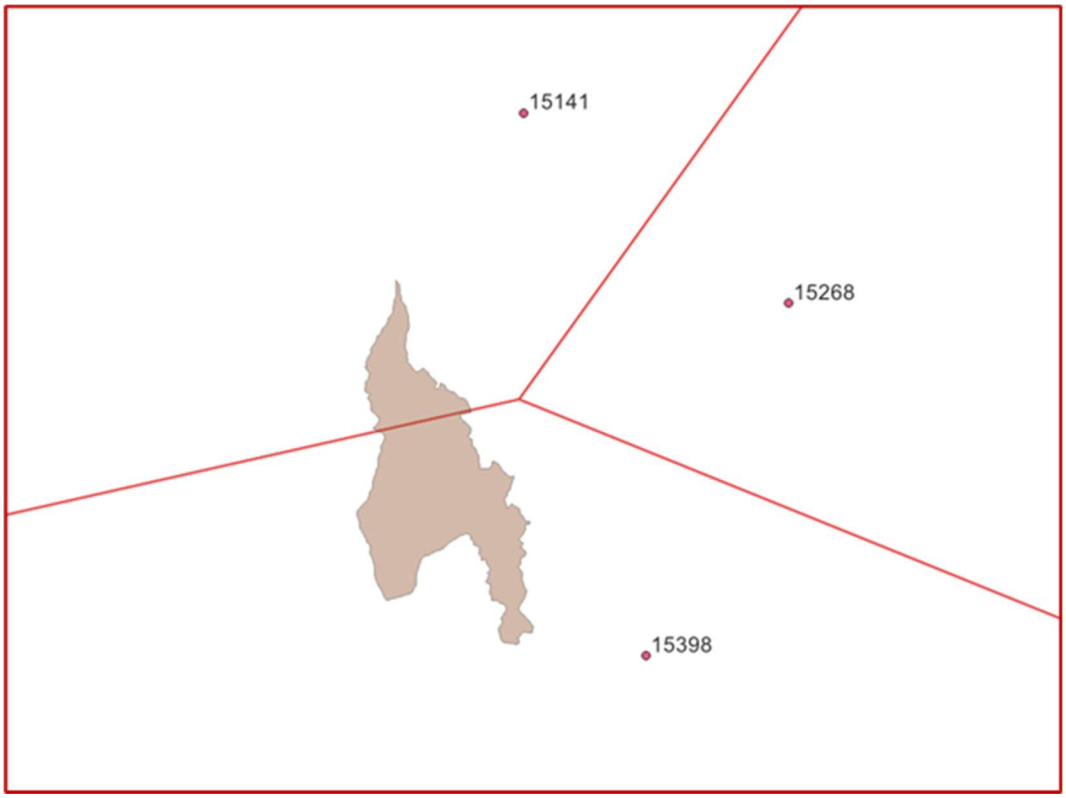


Figura 21. Áreas de influencia de estaciones, Subcuenca 4

Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia		
Clave	15141	15398
Estación	E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl	Los Reyes - Rio La Compañia
T (años)	h (mm)	h (mm)
2	40.2	32.9
5	51.8	49.9
10	59.1	61.2
25	67.9	75.4
50	74.1	85.9

Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia		
Clave	15141	15398
Estación	E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl	Los Reyes - Rio La Compañia
T (años)	h (mm)	h (mm)
100	80	96.4
500	92.7	106.8
1000	97.7	130.9
10000	109.2	165.5

Tabla 51. Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia, Subcuenca 4

Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen			
Clave	**15141**	**15398**	**S**
Área de influencia (km^2)	**0.440**	**1.484**	**1.924**
Estación	**E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl**	**Los Reyes - Rio La Compañia**	**Valor ponderado**
T (años)	**h (mm)**	**h (mm)**	**h (mm)**
2	17.69	48.83	34.57
5	22.79	74.06	50.33
10	26.01	90.83	60.72
25	29.88	111.91	73.68
50	32.61	127.49	83.20
100	35.20	143.07	92.65
500	40.79	158.51	103.58
1000	42.99	194.28	123.31
10000	48.05	245.63	152.63

Tabla 52. Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen, Subcuenca 4

Procedimiento Basado En La Fórmula De Chen, Subcuenca 4

Periodo de retorno	Precipitación
Tr	mm
5	35.00
10	44.00
25	55.00
50	62.00
100	70.00

Tabla 53. Alturas de Precipitación, Método Isoyetas SICT

Corrección por intervalo fijo de medición, Subcuenca 4

Periodo de retorno	Precipitación	1.13 * Precipitación
	mm	
5	50.33	56.88
10	60.72	68.61
25	73.68	83.26
50	83.20	94.02
100	92.65	104.69

Tabla 54. Corrección por intervalo fijo de alturas de precipitación, Subcuenca 4

Periodo de retorno Tr	Precipitación (60 min)	Precipitación [1] (24 hrs)	R
5	35.00	56.88	0.62
10	44.00	68.61	0.64
25	55.00	83.26	0.66
50	62.00	94.02	0.66
100	70.00	104.69	0.67

Tabla 55. Obtención de cocientes lluvia-duración (R), Subcuenca 4

Por lo tanto, el valor de cociente lluvia duración promedio obtenido es el de **R=0.6490**

CASO 1		CASO 2		PROMEDIO	
a =	41.304	**a =**	44.139	**a =**	42.722
b =	10.219	**b =**	11.940	**b =**	11.080
c =	0.846	**c =**	0.888	**c =**	0.867

Tabla 56. Valores calculados de a, b y c para formula de Chen, Subcuenca 4

a =	44.14	F=	1.526
b =	11.94	R=	0.649
c =	0.89	P_1^{10}=	44.00

Tabla 57. Valores característicos de la fórmula de Chen, Subcuenca 4

Aplicando la fórmula de Chen se obtiene:

INTENSIDAD (mm/hr)												
(Tr)	Duraciones en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120
2	99.41	79.00	65.83	56.59	49.73	44.43	33.86	27.51	23.25	20.18	17.86	16.05

(Tr)	INTENSIDAD (mm/hr) Duraciones en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120
5	132.31	105.15	87.61	75.32	66.19	59.13	45.06	36.61	30.94	26.86	23.77	21.36
10	157.19	124.92	104.09	89.48	78.63	70.25	53.54	43.49	36.76	31.91	28.25	25.37
25	190.08	151.06	125.87	108.20	95.09	84.95	64.74	52.59	44.45	38.59	34.16	30.68
50	214.97	170.84	142.35	122.37	107.54	96.07	73.21	59.48	50.27	43.64	38.63	34.70
100	239.85	190.61	158.83	136.53	119.98	107.19	81.69	66.36	56.09	48.69	43.10	38.72
200	264.73	210.38	175.31	150.70	132.43	118.31	90.16	73.25	61.90	53.74	47.57	42.73

Tabla 58. Intensidad de lluvia de diseño para diferentes duraciones y periodos de retorno, Subcuenca 4

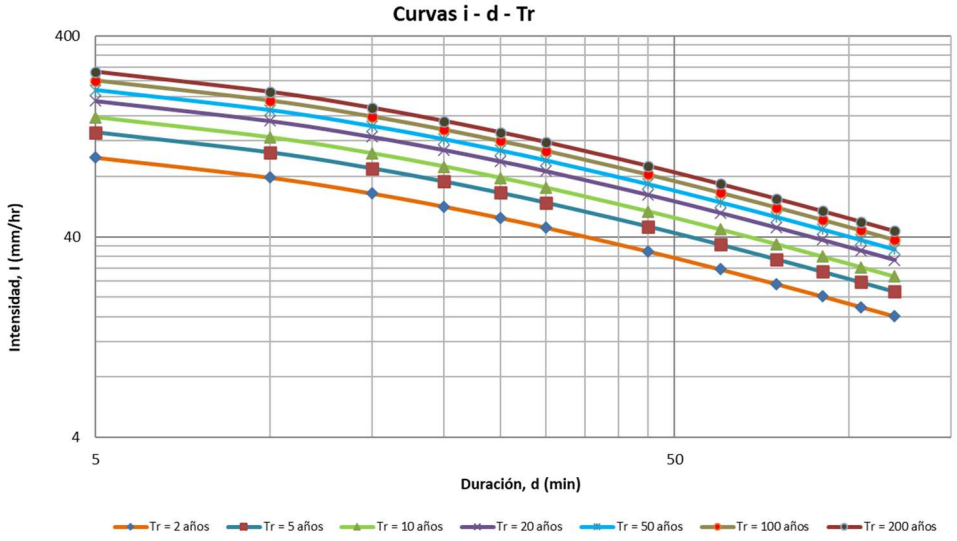


Tabla 22. Curvas IdTr de diseño. Subcuenca 4

Metodología para la obtención de curvas IDT particulares, subcuenca 5

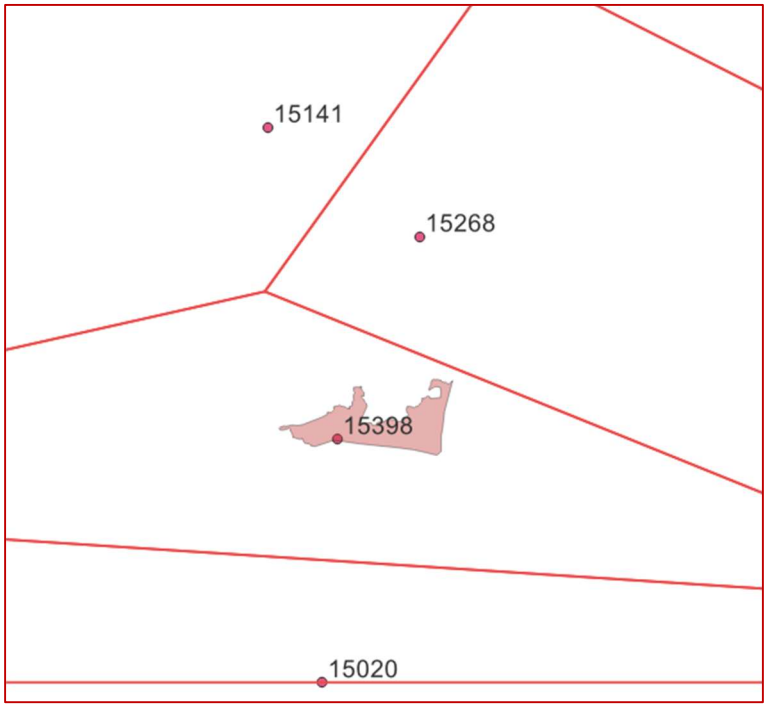


Figura 23. Áreas de influencia de estaciones, Subcuenca 5

Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia	
Clave	15398
Estación	Los Reyes - Rio La Compañia
T (años)	h (mm)
2	32.9
5	49.9
10	61.2
25	75.4

Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia	
Clave	15398
Estación	Los Reyes - Rio La Compañia
T (años)	h (mm)
50	85.9
100	96.4
500	106.8
1000	130.9
10000	165.5

Tabla 59. Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia, Subcuenca 5

Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen		
Clave	**15398**	**S**
Área de influencia (km^2)	**1.152**	**1.15209**
Estación	**Los Reyes - Rio La Compañia**	**Valor ponderado**
T (años)	**h (mm)**	**h (mm)**
2	37.90	32.90
5	57.49	49.90
10	70.51	61.20
25	86.87	75.40
50	98.96	85.90
100	111.06	96.40
500	123.04	106.80
1000	150.81	130.90
10000	190.67	165.50

Tabla 60. Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen, Subcuenca 5

Procedimiento Basado En La Fórmula De Chen, Subcuenca 5

Periodo de retorno	Precipitación
Tr	mm
5	35.00
10	44.00
25	55.00
50	62.00
100	70.00

Tabla 61. Alturas de Precipitación, Método Isoyetas SICT

Corrección por intervalo fijo de medición, Subcuenca 5

Periodo de retorno	Precipitación	1.13 * Precipitación
	mm	
5	49.90	56.39
10	61.20	69.16
25	75.40	85.20
50	85.90	97.07
100	96.40	108.93

Tabla 62. Corrección por intervalo fijo de alturas de precipitación, Subcuenca 5

Periodo de retorno Tr	Precipitación (60 min)	Precipitación [1] (24 hrs)	R
5	35.00	56.39	0.62
10	44.00	69.16	0.64
25	55.00	85.20	0.65
50	62.00	97.07	0.64

Periodo de retorno Tr	Precipitación (60 min)	Precipitación [1] (24 hrs)	R
100	70.00	108.93	0.64

Tabla 63. Obtención de cocientes lluvia-duración (R), Subcuenca 5

Por lo tanto, el valor de cociente lluvia duración promedio obtenido es el de **R=0.6368**

CASO 1		CASO 2		PROMEDIO	
a =	**41.207**	**a =**	**43.073**	**a =**	**42.140**
b =	**10.695**	**b =**	**11.829**	**b =**	**11.262**
c =	**0.856**	**c =**	**0.885**	**c =**	**0.871**

Tabla 64. Valores calculados de a, b y c para formula de Chen, Subcuenca 5

a =	43.07	F=	1.575
b =	11.83	R=	0.637
c =	0.88	P_1^{10}=	44.00

Tabla 65. Valores característicos de la fórmula de Chen, Subcuenca 5

Aplicando la fórmula de Chen se obtiene:

(Tr)	INTENSIDAD (mm/hr) Duraciones en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120
2	93.19	74.03	61.68	53.02	46.60	41.64	31.75	25.80	21.82	18.95	16.78	15.08
5	128.86	102.37	85.29	73.32	64.44	57.57	43.90	35.68	30.17	26.20	23.20	20.85
10	155.85	123.80	103.15	88.67	77.93	69.63	53.09	43.15	36.48	31.69	28.06	25.21
25	191.52	152.14	126.76	108.97	95.77	85.57	65.24	53.03	44.83	38.94	34.48	30.98
50	218.50	173.57	144.62	124.32	109.26	97.62	74.43	60.50	51.15	44.42	39.34	35.35

(Tr)	INTENSIDAD (mm/hr) Duraciones en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120
100	245.48	195.01	162.48	139.67	122.76	109.68	83.63	67.97	57.47	49.91	44.20	39.72
200	272.47	216.44	180.34	155.03	136.25	121.73	92.82	75.44	63.79	55.40	49.05	44.08

Tabla 66. Intensidad de lluvia de diseño para diferentes duraciones y periodos de retorno, Subcuenca 5

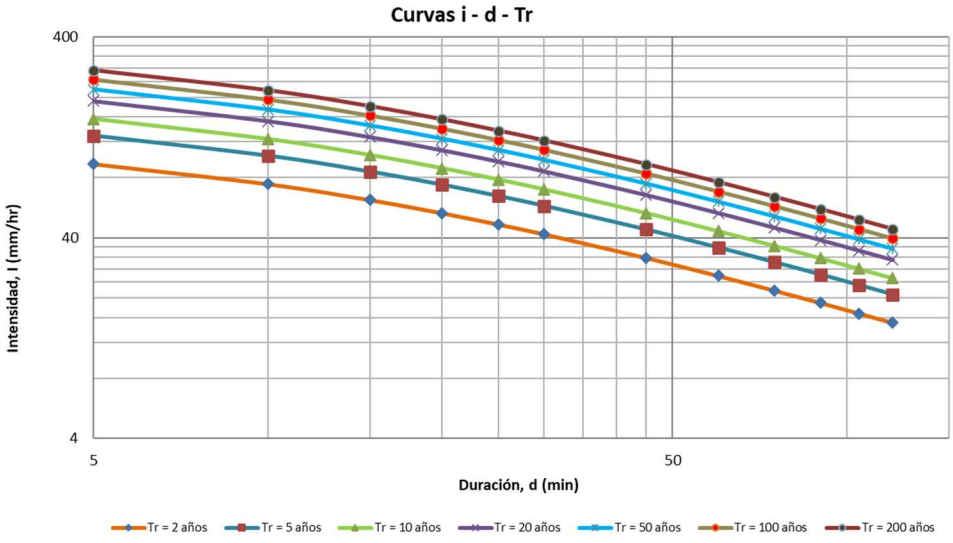


Tabla 24. Curvas IdTr de diseño. Subcuenca 5

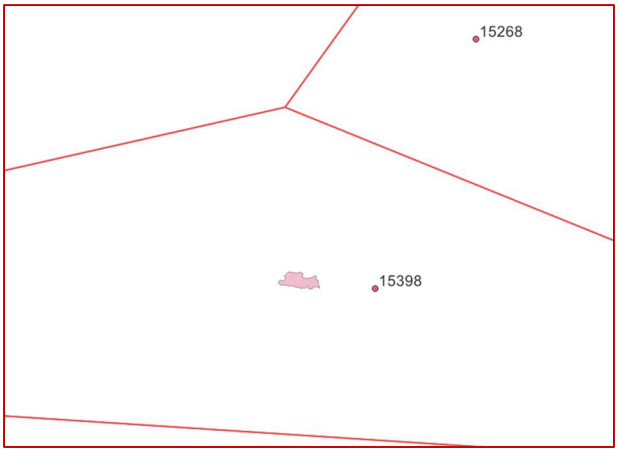


Figura 25. Áreas de influencia de estaciones, Subcuenca 6

Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia	
Clave	15398
Estación	Los Reyes - Rio La Compañia
T (años)	h (mm)
2	32.9
5	49.9
10	61.2
25	75.4
50	85.9
100	96.4
500	106.8
1000	130.9
10000	165.5

Tabla 67. Precipitaciones ajustadas para cada estación cercana con influencia, Subcuenca 6

Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen		
Clave	15398	S
Área de influencia (km^2)	0.060	0.06035
Estación	Los Reyes - Rio La Compañia	Valor ponderado
T (años)	h (mm)	h (mm)
2	1.99	32.90
5	3.01	49.90
10	3.69	61.20
25	4.55	75.40
50	5.18	85.90
100	5.82	96.40
500	6.45	106.80
1000	7.90	130.90
10000	9.99	165.50

Tabla 68. Valores ponderados, métodos polígonos de Thiessen, Subcuenca 6

Procedimiento Basado En La Fórmula De Chen, Subcuenca 6

Periodo de retorno	Precipitación
Tr	mm
5	35.00
10	44.00
25	55.00
50	62.00
100	70.00

Tabla 69. Alturas de Precipitación, Método Isoyetas SICT

Corrección por intervalo fijo de medición, Subcuenca 6

Periodo de retorno	Precipitación	1.13 * Precipitación
	mm	
5	49.90	56.39
10	61.20	69.16
25	75.40	85.20
50	85.90	97.07
100	96.40	108.93

Tabla 70. Corrección por intervalo fijo de alturas de precipitación, Subcuenca 6

Periodo de retorno Tr	Precipitación (60 min)	Precipitación [1] (24 hrs)	R
5	35.00	56.39	0.62
10	44.00	69.16	0.64
25	55.00	85.20	0.65
50	62.00	97.07	0.64
100	70.00	108.93	0.64

Tabla 71. Obtención de cocientes lluvia-duración (R), Subcuenca 6

Por lo tanto, el valor de cociente lluvia duración promedio obtenido es el de **R=0.6368**

CASO 1		CASO 2		PROMEDIO	
a =	41.207	a =	43.073	a =	42.140
b =	10.695	b =	11.829	b =	11.262
c =	0.856	c =	0.885	c =	0.871

Tabla 72. Valores calculados de a, b y c para formula de Chen, Subcuenca 6

a =	43.07	F=	1.575
b =	11.83	R=	0.637
c =	0.88	P_1^{10}=	44.00

Tabla 73. Valores característicos de la fórmula de Chen, Subcuenca 6

Aplicando la fórmula de Chen se obtiene:

(Tr)	INTENSIDAD (mm/hr) Duraciones en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120
2	93.19	74.03	61.68	53.02	46.60	41.64	31.75	25.80	21.82	18.95	16.78	15.08
5	128.86	102.37	85.29	73.32	64.44	57.57	43.90	35.68	30.17	26.20	23.20	20.85
10	155.85	123.80	103.15	88.67	77.93	69.63	53.09	43.15	36.48	31.69	28.06	25.21
25	191.52	152.14	126.76	108.97	95.77	85.57	65.24	53.03	44.83	38.94	34.48	30.98
50	218.50	173.57	144.62	124.32	109.26	97.62	74.43	60.50	51.15	44.42	39.34	35.35
100	245.48	195.01	162.48	139.67	122.76	109.68	83.63	67.97	57.47	49.91	44.20	39.72
200	272.47	216.44	180.34	155.03	136.25	121.73	92.82	75.44	63.79	55.40	49.05	44.08

Tabla 74. Intensidad de lluvia de diseño para diferentes duraciones y periodos de retorno, Subcuenca 6

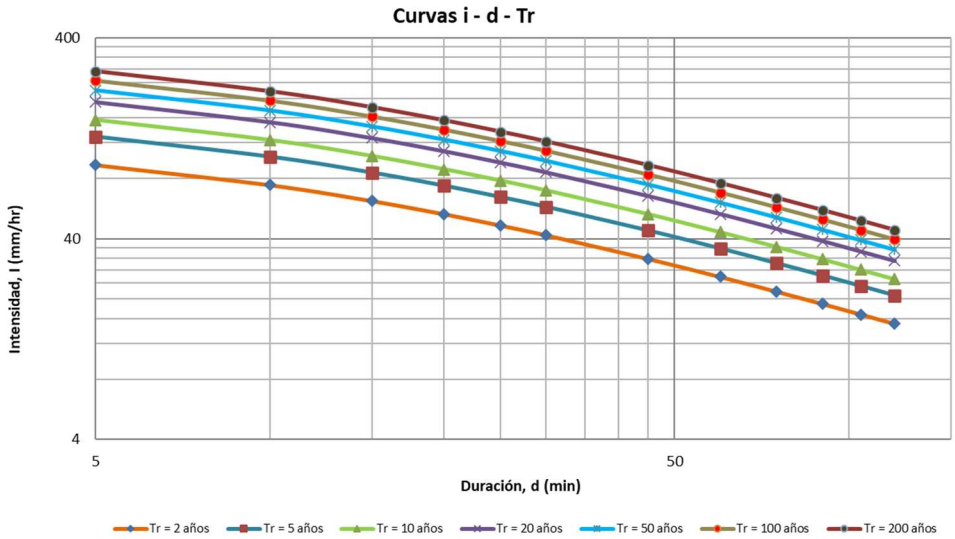


Tabla 26. Curvas IdTr de diseño. Subcuenca 6

CONCLUSIONES

El presente estudio hidrológico permitió caracterizar de manera integral el comportamiento de las aportaciones pluviales en la zona de influencia del proyecto del carril confinado del trolebús en Ixtapaluca, mediante el análisis de información histórica de seis estaciones climatológicas representativas: 15017 (Coatepec de los Olivos), 15018 (Colonia Manuel A. Camacho), 15020 (Chalco-San Lucas), 15141 (E.T.A. 032 Tlalpitzahuatl), 15268 (Ixtapaluca) y 15398 (Los Reyes – Río La Compañía). A partir de la revisión y depuración de los registros de precipitación máxima anual, se identificó una variabilidad espacial y temporal significativa, lo cual evidenció la necesidad de adoptar un enfoque regionalizado para la estimación de eventos extremos, evitando la dependencia de una sola estación como representativa del área de estudio.

Con base en el modelo digital del terreno y el análisis geomorfológico de la zona, se delimitó la cuenca hidrológica principal que aporta escurrimientos hacia el corredor del proyecto, así como las subcuencas asociadas que descargan a lo largo del trazo mediante infraestructura existente y puntos naturales de concentración. Este proceso permitió identificar las trayectorias preferenciales del flujo superficial,

así como las zonas con mayor potencial de acumulación y conducción de escurrimientos, lo cual resulta fundamental para la adecuada planeación del sistema de drenaje.

A partir de la caracterización hidrológica de las subcuencas, se procedió a la estimación de los gastos máximos de escurrimiento para periodos de retorno de 25, 50 y 100 años, empleando metodologías ampliamente aceptadas como el Método de los bloques alternos para la generación de los hietogramas de diseño. La aplicación de estos métodos permitió obtener resultados consistentes entre sí, definiendo un rango confiable de caudales de diseño y proporcionando un criterio robusto para la evaluación hidráulica. Asimismo, se consideraron parámetros fundamentales como el tiempo de concentración, coeficientes de escurrimiento y características de uso de suelo, lo cual contribuyó a una representación más realista de las condiciones hidrológicas del sitio.

Los resultados obtenidos permitirán más adelante al generar modelos de inundación y de escurrimiento observar los requerimientos que el sistema de drenaje asociado al proyecto deberá cubrir para ser capaz de conducir gastos significativos durante eventos extremos, particularmente en aquellas subcuencas con mayor pendiente y menor capacidad de infiltración. En este sentido, se identificó la necesidad de incorporar y/o adecuar obras de drenaje longitudinal, alcantarillas y estructuras de alivio que permitan un desalojo eficiente de los escurrimientos, minimizando riesgos de encharcamiento e inundación sobre la vialidad y zonas aledañas.

En conclusión, el análisis desarrollado proporciona una base técnica sólida para el dimensionamiento hidráulico del proyecto, al integrar información climatológica, topográfica e hidrológica bajo un enfoque consistente. No obstante, se recomienda que cualquier modificación en las condiciones de diseño, tales como cambios en el uso de suelo, alteraciones en el trazo o variaciones en los patrones de precipitación, sea evaluada de manera complementaria, a fin de garantizar la vigencia y confiabilidad de los resultados, así como la seguridad hidráulica del sistema a lo largo de su vida útil.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía recomendada

- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Drenaje Pluvial Urbano. Ciudad de México, México: CONAGUA.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). (2016). M·PRY·CAR·4·01·002/16. Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (s.f.). Guía de Procedimientos y Técnicas para la Conservación de Carreteras y Caminos Rurales: Drenaje y Subdrenaje. México.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1994). Hidrología Aplicada. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.
- Ven Te Chow. (1994). Hidráulica de Canales Abiertos. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.
- Aparicio Mijares, F. J. (2011). Fundamentos de Hidrología de Superficie. Ciudad de México, México: Limusa.
- Linsley, R. K., Kohler, M. A., & Paulhus, J. L. H. (1988). Hidrología para Ingenieros. México: McGraw-Hill.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Datos Básicos. Jiutepec, Morelos, México: IMTA.
- Domínguez Moa, A. M. (1988). Aspectos hidrológicos e hidráulicos para el diseño de drenaje en carreteras. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.
- Fuentes Mariles, O., & Franco, V. (1999). Estudio hidrológico para obras de protección. Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México / Comisión Nacional del Agua.
- Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). (2016). Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica. Guatemala.
- Llaguno-Guilberto, O. J., Rodríguez, M., Alcocer Yamanaka, V. H., & Bourguett-Ortiz, V. J. (2017). “Modelización del flujo superficial para el trazo de una red de drenaje pluvial en la ciudad de Cancún, Quintana Roo, México”. Acta Universitaria, 26, 98–106.

Normatividad y criterios técnicos que también conviene citar

- Reglamento de Construcciones para la Ciudad de México y sus Normas Técnicas Complementarias.
- Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras – SCT.
- Normas de Servicios Técnicos de la SCT aplicables a drenaje y subdrenaje.
- Atlas Nacional de Riesgos – CENAPRED.
- Información climatológica e hidrométrica de CONAGUA y Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Datos y fuentes cartográficas que normalmente se citan en el estudio

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Cartografía topográfica escala 1:50,000.
- Modelo Digital de Elevación (MDE) de INEGI.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Registros históricos de precipitación.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Estaciones climatológicas e hidrométricas.

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

PROYECTO EJECUTIVO

DRENAJE PLUVIAL

ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

SUBTRAMO 1, KM 0+000 A KM 2+000

INGENIERÍA DEL AGUA

2026-MAYO

Nombre del Proyecto:	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	
CLAVE:	TI-T01-TREN-02-V00-EIN-PR-HID-0001-S01	
Realizado por:	VMV	Fecha: 22-MAY-2025
Revisado por:	AARB	Fecha: 22-MAY-2025
Aprobado por:	MSH	Fecha: 22-MAY-2025
No de Revisión	**Descripción**	**Páginas**
00	Emisión Inicial	30
01	Atención a observaciones y complementación	46

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES 6
Antecedentes 6
Objetivo 7
Alcances 8
Ubicación del proyecto 9
CARACTERÍZACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO 10
Descripción general del corredor del trolebús Ixtapaluca 10
Configuración vial actual 11
Infraestructura hidráulica existente 13
Contexto topográfico 14
Conclusiones del recorrido de campo 15
Contexto hidrológico regional 16
Problemática histórica de inundaciones 18
Interacción con el canal de la Compañía 19
ANÁLISIS HIDROLÓGICO 20
Delimitación de subcuencas 20
Periodos de retorno analizados 22
Tiempo de concentración 23
Expresiones utilizadas para la estimación del tiempo de concentración 25
Método de Kirpich 25
Método California HPW 25
Método de Témez 25
Método de Giandotti 25
Generación de tormentas de diseño 25
Construcción de hietogramas 27
Procesamiento de hietogramas en HEC HMS 30
MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL 33
Descripción general del modelo 33
Software empleado 34

Terreno 35
Geometría del modelo 36
Datos del flujo no permanente 39
Configuración numérica y estabilidad computacional 39
RESULTADOS 40
Resultados para periodo de retorno de 25 años 40
Resultados para periodo de retorno de 50 años 42
Anexo I – Referencias/Bibliografía 45

Preparado para:

CLIENTE
DIRECCIÓN
Tels.
INTERNET:

Preparado por:

[redacted]

Copyright © 2025

Los documentos oficiales de esta entrega son los documentos no editables PDF.
Los documentos en formato editable no se considerarán documentos contractuales oficiales, sólo se proporcionarán como un complemento para cumplir con lo establecido por la SICT o a solicitud del Cliente. Estos archivos electrónicos son susceptibles de ser corrompidos o modificados, ya sea intencionalmente o no y ante eso Lógica Ferroviaria del Pacífico S.A. de C.V no se hace responsable, así como del uso de software u otros sistemas electrónicos en los que se puedan colocar o utilizar estos archivos.

INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

Antecedentes

El presente estudio hidráulico forma parte de los análisis técnicos desarrollados para el Proyecto Ejecutivo del corredor Trolebús Ixtapaluca, Estado de México, el cual contempla una longitud aproximada de 10.5 km sobre la zona oriente del Valle de México.

El corredor se desarrolla desde el km 27+500 de la Autopista México–Puebla, en la zona conocida como Caseta Vieja, hasta el entronque con la Avenida Paseo de San Buenaventura, atravesando diversos sectores urbanos y viales del municipio de Ixtapaluca, Estado de México.

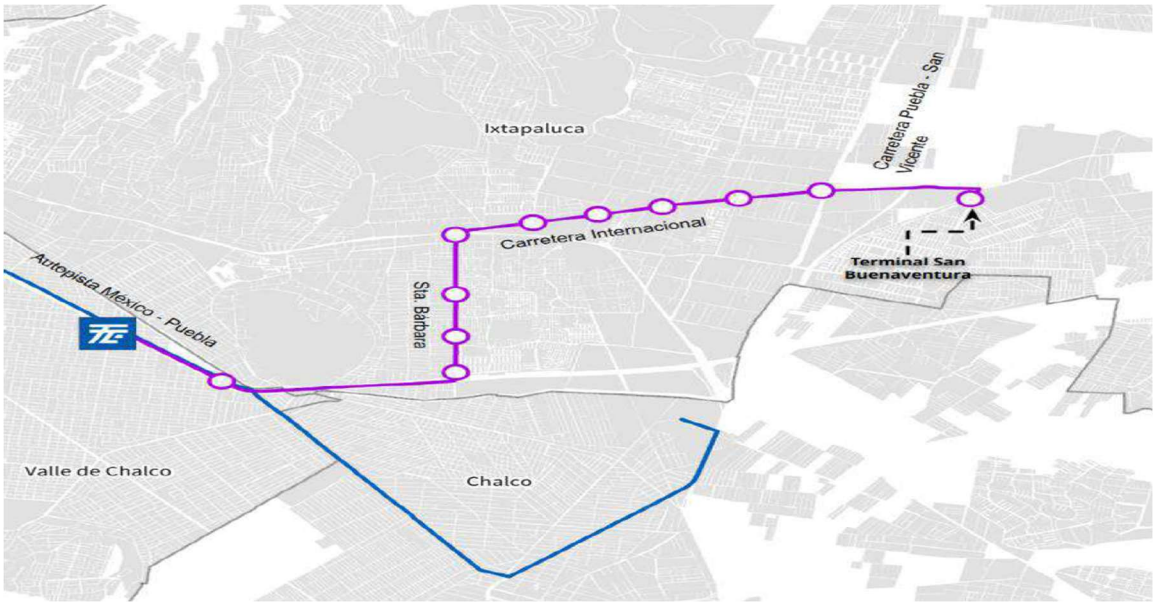


Figura 1. Ubicación de Trolebús Ixtapaluca

Objetivo

El presente estudio tiene como objetivo desarrollar una caracterización preliminar de las condiciones hidrológicas e hidráulicas del corredor correspondiente al Subtramo 01 del proyecto Trolebús Ixtapaluca, mediante el análisis de las condiciones físicas, topográficas y de drenaje superficial existentes en la zona de estudio.

Para la definición de los eventos de diseño se emplearon lluvias obtenidas a partir de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), las cuales fueron transformadas en hietogramas sintéticos de tormenta. A partir de dichos hietogramas se generaron hidrogramas de escurrimiento para las subcuencas de aportación identificadas dentro del área de estudio, mismos que fueron utilizados como condiciones hidrológicas de entrada en el modelo bidimensional para periodos de 25 y 50 años.

La selección de dichos periodos de retorno se realizó con base en los criterios y lineamientos de diseño establecidos para obras de drenaje carretero tipo ET, A y B, conforme a lo indicado en las normas:

- Norma N-PRY-CAR-4-02-002-16, *Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*, del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), para el análisis de drenaje longitudinal, cunetas, canaletas y estructuras de captación superficial, considerando eventos con periodo de retorno de 25 años.
- Norma N-PRY-CAR-4-01-002-16, *Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje*, del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), para el análisis de obras de cruce y estructuras asociadas a aportaciones provenientes de cuencas externas hacia la vía, considerando eventos con periodo de retorno de 50 años.

El modelo hidráulico desarrollado tiene como finalidad identificar zonas potenciales de acumulación, evaluar tirantes máximos de inundación, analizar trayectorias preferenciales de flujo y proporcionar una base técnica preliminar para la definición de medidas de mitigación hidráulica y drenaje pluvial dentro del corredor del proyecto.

Alcances

El presente estudio comprende el análisis hidráulico preliminar del Subtramo 1 del corredor Trolebús Ixtapaluca, correspondiente al tramo ubicado entre los kilómetros 0+000 y 2+000, considerando la evaluación de las condiciones actuales de escurrimiento superficial e inundabilidad sobre la Autopista México–Puebla y su entorno inmediato.

Los alcances principales del estudio incluyen:

- Recopilación y análisis de información topográfica, hidrológica e hidráulica existente en la zona de estudio.
- Delimitación preliminar de subcuencas de aportación y análisis general de direcciones preferenciales de escurrimiento superficial.
- Integración y procesamiento de modelos digitales de elevación y topografía disponible del corredor para la generación del terreno hidráulico empleado en el modelo bidimensional.
- Obtención de lluvias de diseño a partir de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) y generación de hietogramas sintéticos para los periodos de retorno de 25 y 50 años.
- Desarrollo de un modelo hidráulico bidimensional mediante HEC-RAS versión 6.5 para la simulación de precipitación directa sobre el corredor y análisis de inundación superficial.
- Evaluación de tirantes máximos de inundación, velocidades superficiales y comportamiento hidráulico general del corredor bajo los escenarios hidrológicos analizados.
- Identificación preliminar de zonas críticas de acumulación y posibles áreas susceptibles a afectaciones hidráulicas.

Cabe señalar que el presente análisis corresponde a una evaluación preliminar bajo condiciones actuales del terreno y de la infraestructura vial disponible al momento del estudio. Por lo tanto, el modelo desarrollado no incorpora de manera detallada la totalidad de las obras de drenaje existentes ni la configuración definitiva de la infraestructura proyectada del trolebús, quedando dichas consideraciones resueltas a través de hipótesis simplificadoras que se explica en el presente documento.

Asimismo, los resultados obtenidos deben interpretarse como una aproximación hidráulica orientada a la identificación de patrones generales de inundación y comportamiento superficial del flujo, y no como un modelo hidráulico calibrado para eventos históricos específicos; particularmente los tirantes de encharcamiento que se presentan en las márgenes de la autopista, se tomaran en consideración para el

planteamiento la rasante de las obras de drenaje que se definan y que puedan tener como eventual salida, las zonas marginales de la autopista.

Ubicación del proyecto

El área de estudio comprende un segmento de 2 km de longitud del trazo del proyecto, sobre la autopista México- Puebla, iniciando en la estación de pasajeros denominada "Caseta Vieja" sobre la Autopista México-Puebla, y finalizando antes de la incorporación a la Avenida Canal de Santa Bárbara (figura 2).

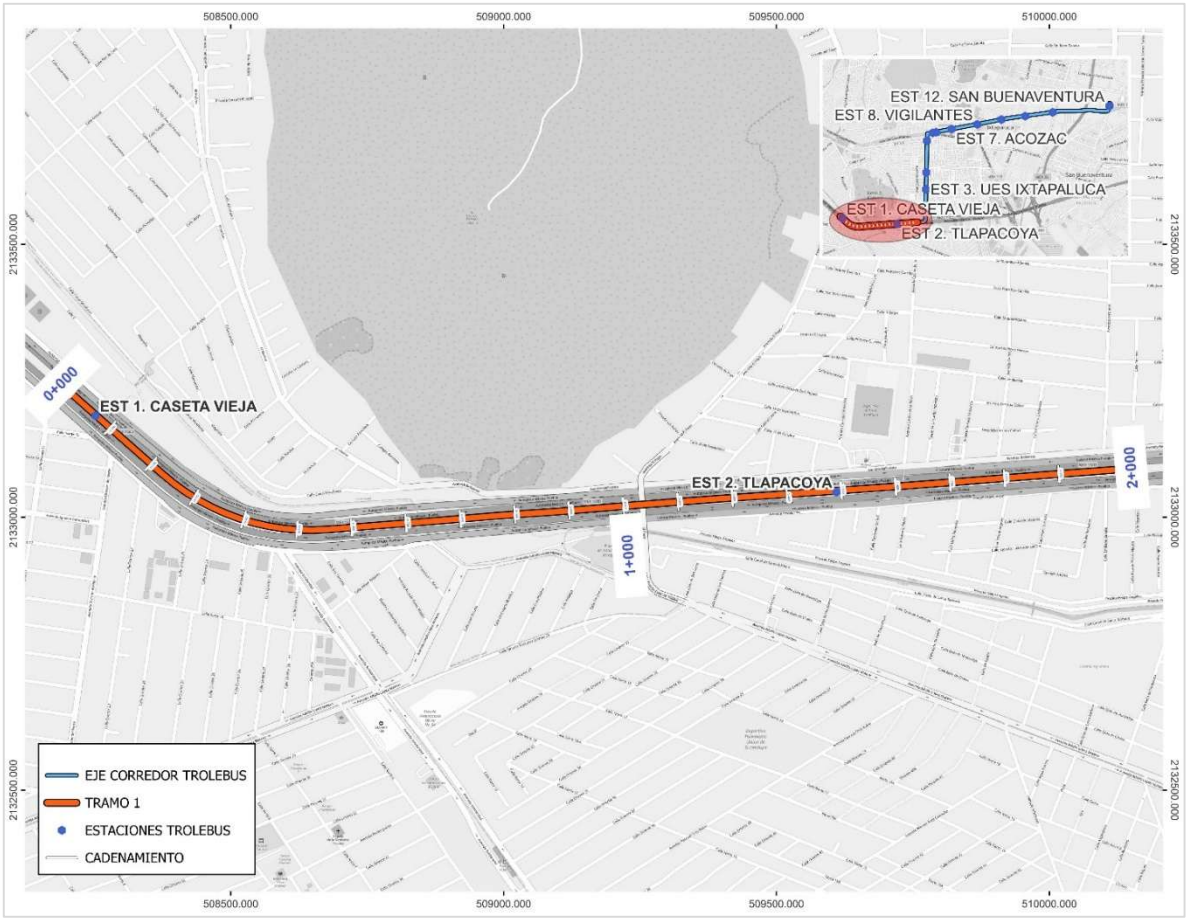


Figura 2. Ubicación del subtramo 1 sobre la Autopista México-Puebla

CARACTERÍZACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

Descripción general del corredor del trolebús Ixtapaluca

El corredor se desarrolla sobre una de las vialidades metropolitanas de mayor importancia en la zona oriente del Valle de México, caracterizada por presentar altos volúmenes de tránsito vehicular, condiciones urbanas consolidadas y una fuerte interacción con infraestructura hidráulica regional. La configuración del entorno, aunada a la presencia de zonas bajas, pendientes longitudinales reducidas y aportaciones provenientes de laderas y cuencas urbanas, ha generado históricamente problemas de encharcamiento e inundación superficial en distintos puntos de la autopista.

Como parte del proceso de diagnóstico del sitio, inicialmente se efectuó una recopilación y análisis de información cartográfica, topográfica, hidrológica y documental. Posteriormente, derivado de observaciones técnicas realizadas durante la revisión del proyecto, se complementó el estudio mediante un recorrido de reconocimiento en campo a lo largo del subtramo analizado, permitiendo verificar directamente las condiciones reales de drenaje, sentidos de escurrimiento, infraestructura existente, zonas de acumulación y comportamiento hidráulico observable sobre la superficie de rodamiento.

La evidencia fotográfica, observaciones técnicas y levantamiento visual obtenidos durante el recorrido se integraron en el archivo reporte de visita de campo denominado: TI-T01-TREN-02-V00-RVC-PR_HID-0001-S00.

Dicho documento constituye la principal referencia de reconocimiento de campo y permitió complementar la interpretación obtenida previamente mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), modelos digitales de elevación y análisis hidrológicos preliminares.



Figura 3. Vista general del corredor del Trolebús Ixtapaluca sobre la Autopista México–Puebla en la zona inicial del subtramo 1

Configuración vial actual

El tramo en estudio, dentro del municipio de Ixtapaluca, presenta características particulares, derivados de la naturaleza de la vía por la que transita el trolebús y sus condiciones topográficas. Actualmente, la Autopista México-Puebla cuenta con una sección transversal de diez carriles en total (cinco por sentido), distribuidos de la siguiente manera, de acuerdo con reportes de movilidad del Estado de México periodo (2025-2026):

6 carriles centrales en operación (3 por sentido). Estos son de flujo continuo y alta velocidad.

4 carriles laterales en operación (2 por sentido). Se utilizan para el tránsito local, paradas de transporte público e incorporación/desincorporación a las colonias de Ixtapaluca.

Adicionalmente, entre ambos cuerpos centrales existe una franja confinada equivalente aproximadamente al ancho de dos carriles de circulación, delimitada mediante barreras prefabricadas de concreto tipo New Jersey. Esta zona corresponde al espacio donde será emplazado el corredor del Trolebús Ixtapaluca.

Durante el recorrido de inspección en campo fue posible corroborar que la geometría vial actual presenta variaciones longitudinales importantes en cuanto a

bombeo transversal, pendientes y continuidad hidráulica, observándose sectores con condiciones favorables para el desalojo superficial y otros donde el drenaje longitudinal tiende a disminuir debido a cambios locales de rasante.

Asimismo, se identificaron puntos donde el confinamiento mediante barreras de concreto genera una conducción longitudinal del flujo pluvial dentro de los carriles centrales, condicionando el comportamiento hidráulico de la autopista y favoreciendo acumulaciones en zonas bajas específicas.



Figura 4. Configuración vial actual de los carriles centrales de la Autopista México–Puebla y zona destinada al confinamiento del corredor del *Trolebús*

Infraestructura hidráulica existente

Con base en la revisión documental, la información técnica disponible y el reconocimiento visual realizado en sitio, se identificó que el tramo de la autopista en todo su ancho cuenta con diversas obras asociadas al drenaje pluvial superficial y al control de escurrimientos urbanos.

Entre las estructuras observadas y documentadas destacan:

- Cunetas longitudinales y canaletas laterales.
- Obras de conducción transversal.
- Barreras tipo New Jersey con drenes inferiores.
- Sistemas de descarga hacia colectores y estructuras pluviales.
- Obras de contención hidráulica en márgenes urbanas.
- Sistemas regionales de conducción vinculados al Canal de la Compañía.

Durante el recorrido de campo se verificó la existencia de algunos puntos de desagüe transversal bajo la autopista, así como zonas donde el drenaje depende directamente del bombeo transversal de la rasante y de la continuidad hidráulica proporcionada por las barreras de confinamiento.

Particularmente, se observó que las barreras tipo New Jersey instaladas en los carriles centrales disponen de aberturas inferiores que permiten el desagüe lateral del agua acumulada, favoreciendo el drenaje hacia las márgenes de la autopista. Sin embargo, también se identificaron sectores donde la capacidad de conducción superficial podría resultar limitada durante eventos extraordinarios de precipitación. Asimismo, se reconocieron estructuras asociadas al manejo de escurrimientos provenientes de las zonas urbanas adyacentes y de las laderas cercanas al Cerro del Elefante, incluyendo muros de contención y obras de interceptación hidráulica.



Figura 5. Infraestructura *hidráulica existente observada durante el reconocimiento de campo, correspondiente a obras de conducción y desalojo pluvial superficial.*

Contexto topográfico

El corredor analizado se localiza dentro de una zona topográficamente compleja del oriente del Valle de México, donde convergen pendientes descendentes provenientes del Cerro del Elefante con áreas urbanas de baja pendiente hidráulica.

Las condiciones topográficas del sitio influyen directamente en el comportamiento de los escurrimientos superficiales, particularmente en la formación de zonas de acumulación sobre la autopista y vialidades laterales.

Durante el reconocimiento en campo se identificaron cambios longitudinales de pendiente, depresiones locales y sectores donde la geometría vial favorece la concentración de flujo superficial.

Adicionalmente, la presencia de asentamientos diferenciales históricos en la región ha contribuido a alterar localmente el funcionamiento hidráulico superficial del corredor, generando zonas donde el drenaje longitudinal pierde eficiencia.

El análisis topográfico fue complementado mediante procesamiento de Modelos Digitales de Elevación (MDE) obtenidos de información de INEGI y verificados mediante observaciones directas en campo.



Figura 5. CEst. 1+120. Cambio *de Pendiente. Vistas hacia más y hacia menos.*

Conclusiones del recorrido de campo

- Se realizarán estudios de encharcabilidad, de los cuales se espera obtener los tirantes en ambas márgenes de la autopista. Esto nos permitirá determinar los niveles de descarga de las posibles obras de drenaje transversal (someras).
- A fin de evitar redundancias, se seleccionarán las cuencas de aportación concurrentes a la autopista, tomando en cuenta aquellas cuyo escurrimiento llega directamente a la vía de proyecto. En el caso del cruce con el río de la compañía la rasante tiene un tramo elevado. Así mismo se buscará identificar aquellas cuencas cuya llegada a la autopista se encuentra confinada por muros de defensa de concreto.
- Se buscará en la medida de lo posible y en función del bombeo de la sección de vía autorizada por la supervisión de proyecto poder drenar lateralmente aprovechando el bombeo natural de la superficie de los carriles confinados. Toda vez que si optamos por un drenaje longitudinal particular, estima que los posibles puntos de desagüe tengan una salida hacia las márgenes de la autopista comprometida por los niveles de encharcamiento que se obtengan de lo descrito en la viñeta 1.

- Un drenaje longitudinal particular, nos obligaría a enterrar la rasante de dicho drenaje longitudinal, ya sea a través de cunetas, canaletas o ductos en zanja con relleno, que invariablemente tendría que llegar a zonas bajas que podrían quedar comprometidas por el encharcamiento en las márgenes de la vía.
- Sin embargo como una medida de seguridad se buscará emplazar drenes transversal someros, mediante canaletas con rejillas metálicas o conductos encofrados, a donde pueda llegar el drenaje superficial y buscar su salida hacia las márgenes de la vía que convengan. Estas obras se dispondrán en zonas estratégicas, como las mencionadas en las láminas anteriores como la 0+200, la 0+460, y la 1+150.
- Se buscará aprovechar la infraestructura existente. En el tramo 0+460 al 0+850 se cuenta con una canaleta de concreto en la margen derecha de la vía, con lo que en ese tramo el bombeo podría volcarse todo hacia la margen derecha. En la 0+200 se pudo apreciar una obra de drenaje transversal en la margen izquierda; y en la 0+460 se detectó que la canaleta mencionada llega a un tragante, sin embargo se desconoce su punto de descarga.
- También se observaron registros perforados en la vía ya construida (0+000 a la 0+440) emplazados en la margen izquierda del trolebús. Se desconoce el sistema de drenaje de la vía ya construida y sus puntos de drenaje.

Contexto hidrológico regional

Desde el punto de vista hidrológico, el corredor se encuentra influenciado por múltiples aportaciones provenientes de subcuencas urbanas y laderas localizadas principalmente hacia la margen izquierda, en la zona del Cerro del Elefante.

La dinámica hidrológica regional se caracteriza por la rápida concentración de escurrimientos superficiales durante eventos intensos de precipitación, derivado de:

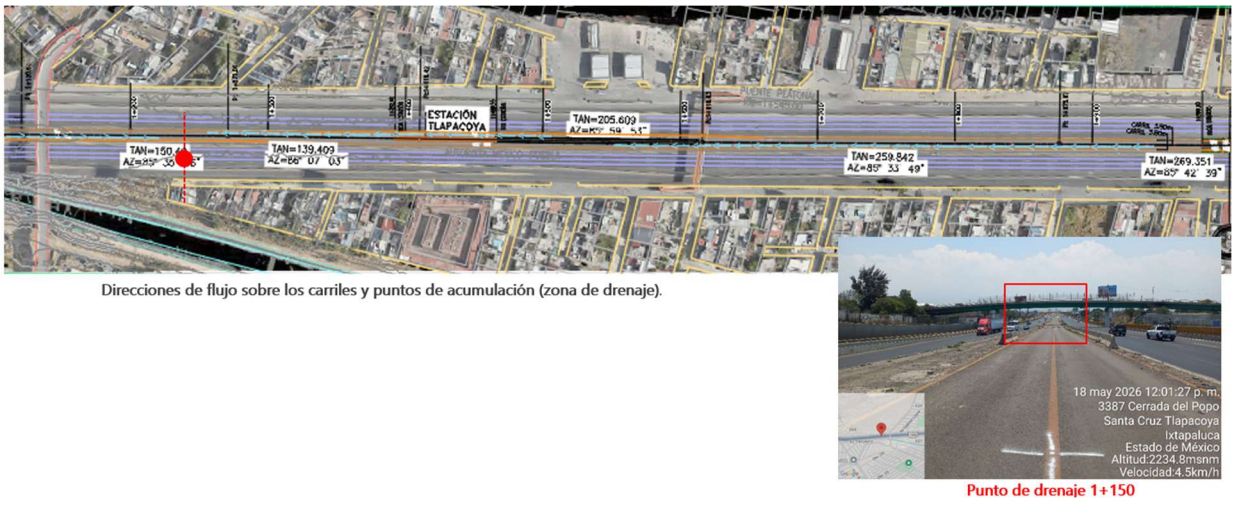
Alto grado de urbanización.
Baja infiltración superficial.
Presencia de superficies pavimentadas.
Pendientes pronunciadas en laderas.
Capacidad limitada de conducción en algunos sectores.

Como parte del estudio se efectuó la delimitación de subcuencas de aportación mediante procesamiento de Modelos Digitales de Elevación en entorno SIG, identificándose aquellas con posible contribución directa hacia la autopista. Dichas subcuencas se muestran en el subapartado: “Delimitación de subcuencas” del presente informe.

Posteriormente, durante el reconocimiento de campo, se verificaron sentidos reales de flujo, puntos de captación y zonas donde los escurrimientos urbanos son interceptados antes de alcanzar la vía principal.



Figura 7. Direcciones de flujo sobre los carriles y puntos de acumulación (zona de drenaje) del 0+000 al 1+000



Direcciones de flujo sobre los carriles y puntos de acumulación (zona de drenaje).

Figura 8. Direcciones de flujo sobre los carriles y puntos de acumulación (zona de drenaje) del 1+000 al 2+000

Problemática histórica de inundaciones

El tramo comprendido entre los kilómetros 24 y 28 de la Autopista México–Puebla ha presentado históricamente problemas recurrentes de inundación y acumulación pluvial.

Entre los eventos más relevantes registrados en la zona destacan:

- Inundaciones ocurridas en junio de 2014, asociadas a escurrimientos provenientes del Cerro del Elefante.
- Eventos de acumulación severa sobre la autopista y vialidades adyacentes durante temporadas de lluvia intensa.
- Procesos de saturación superficial vinculados a la baja pendiente hidráulica regional.

La revisión del Atlas de Riesgos del Municipio de Ixtapaluca y las observaciones efectuadas en campo permitieron corroborar que diversos puntos del corredor continúan presentando susceptibilidad a inundación aun con la infraestructura de mitigación existente.

Aunque actualmente existen obras de contención y conducción pluvial, el análisis preliminar indica que dichas medidas funcionan principalmente como elementos de mitigación y conducción parcial, más no como soluciones definitivas frente a eventos hidrometeorológicos extraordinarios.

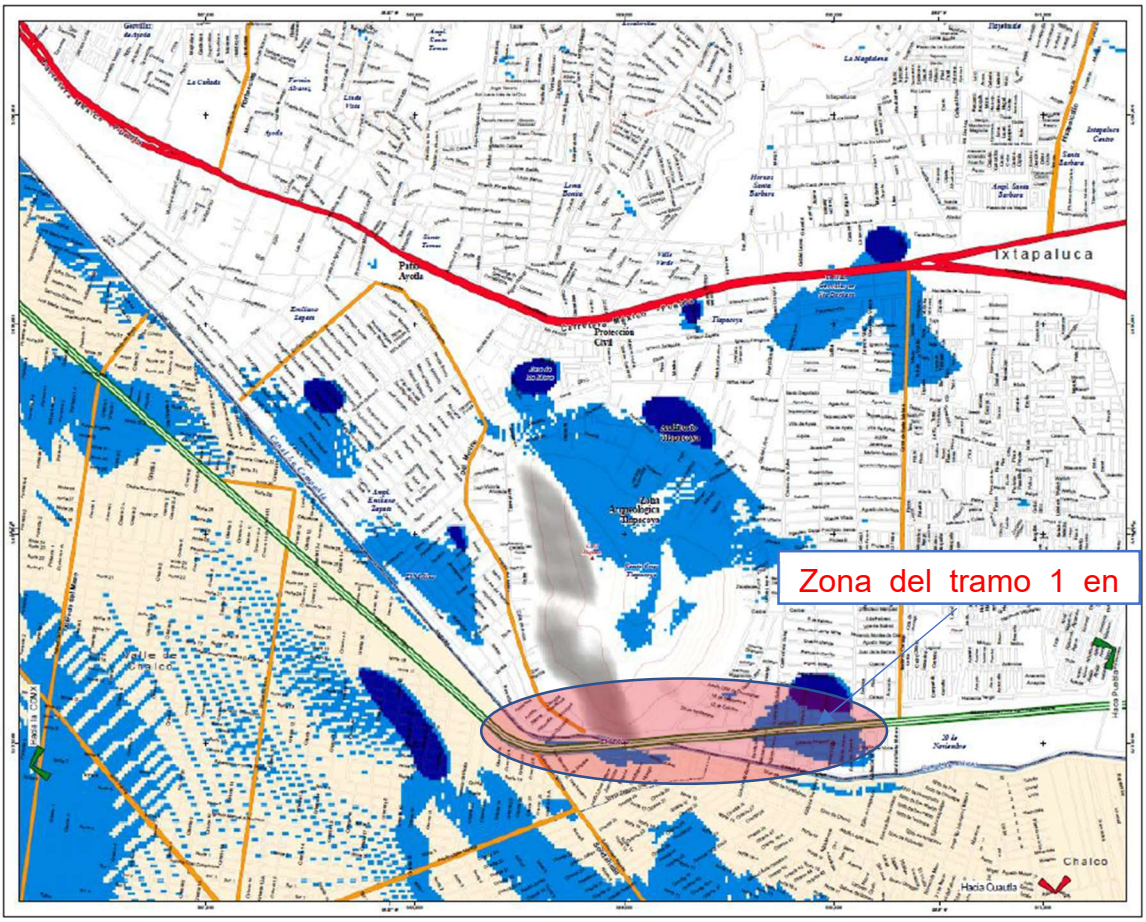


Figura 9. Polígonos de inundación tomada del Atlas de riesgos del municipio de Ixtapaluca, 2018

Interacción con el canal de la Compañía

Uno de los elementos hidráulicos más relevantes dentro del corredor corresponde a la interacción con el sistema hidráulico del Canal de la Compañía y su túnel interceptor.

El cruce localizado aproximadamente en la estación 0+850 constituye un punto hidráulicamente sensible debido a la cercanía entre la autopista, el sistema de drenaje regional y las zonas urbanas aledañas.

Durante el reconocimiento en sitio se observó que el corredor vial se desarrolla próximo a la planicie hidráulica asociada al Canal de la Compañía, existiendo infraestructura de protección conformada por diques, estructuras de concreto y elementos de conducción regional.

La implementación del trolebús elevado en este sector permite que la operación del sistema de transporte permanezca segregada respecto a los niveles de inundación superficial observados en la autopista.



Figura 10. Est. 0+850. Cruce Río de la Compañía. Vistas hacia más

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Delimitación de subcuencas

Cómo se mencionó anteriormente, se realizó la delimitación de cuencas y la identificación de las cuencas con posible aportación, se trabajó mediante el procesamiento del Modelo de Elevación digital (MED) disponible en INEGI, tipo terreno, con escala 1:10,000 y resolución de 5 metros. Posteriormente, este modelo fue trabajado en QGIS, obteniendo la red hídrica y las subcuencas de aportación al corredor. Dichas subcuencas se analizaron para para determinar su comportamiento hidráulico, considerando posibles puntos de descarga hacia canales, captación en la red de drenaje pluvial antes de llegar a la autopista, o su interceptación mediante muros de contención.

Tras este proceso de análisis y descarte, se definieron las cuencas con aportación directa hacia la vía, mismas que se muestran en los planos correspondientes, disponibles para consulta detallada con el nombre de: **TI-S01-02-PLA-DRE-CUE-001-0A** y **TI-S01-02-PLA-DRE-CUE-002-0A.**

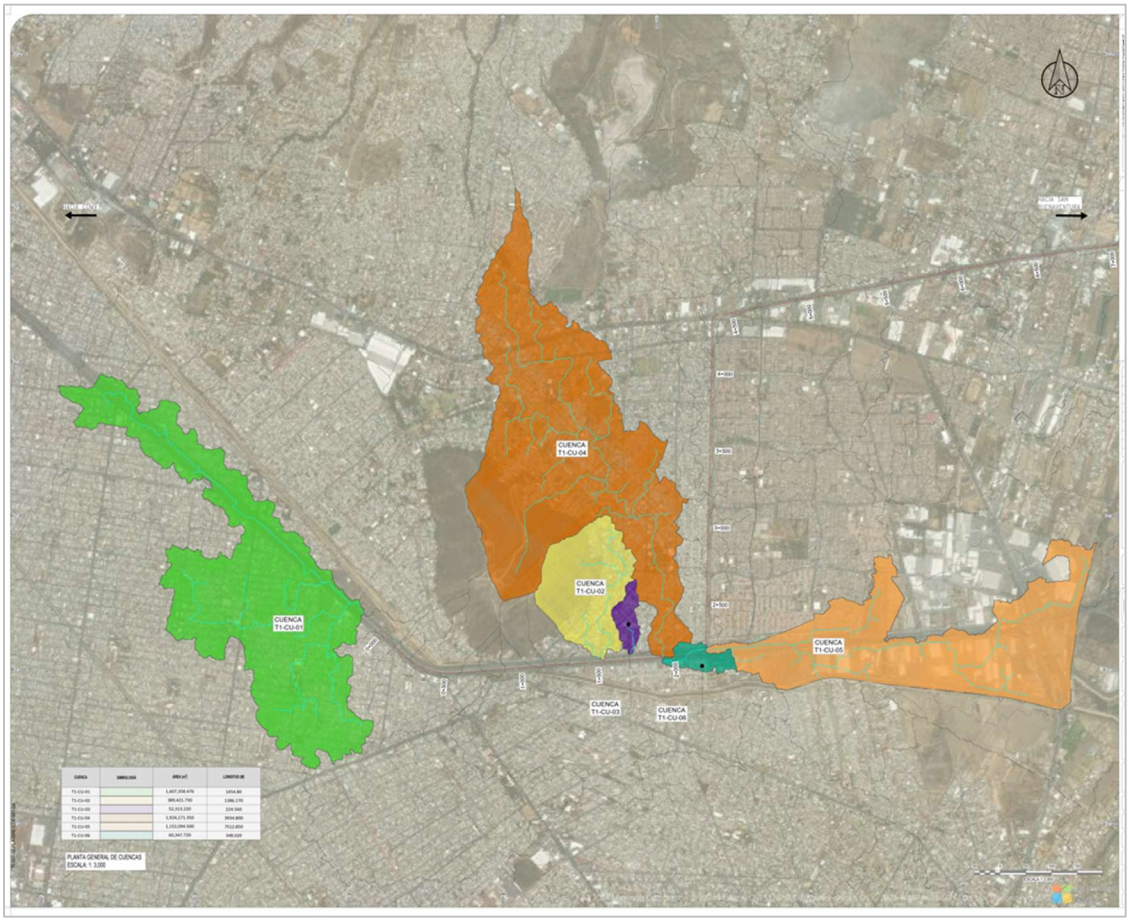


Figura 6 Plano de cuencas de aportación a la autopista México- Puebla

Con el propósito de evaluar su comportamiento hidrológico y su posible influencia sobre las condiciones de inundabilidad del subtramo 1, se determinaron los principales parámetros morfométricos e hidráulicos de cada cuenca de aportación, incluyendo: área de drenaje, longitud del cauce principal, elevación máxima y mínima del cauce principal, así como la pendiente topográfica.

En la tabla siguiente se presentan las características generales de las cuencas identificadas dentro del área de estudio, las cuales constituyen la base para la estimación de la precipitación y la posterior generación de hidrogramas de diseño utilizados en el modelo hidráulico bidimensional.

Nombre	Área (km^2)	Longitud del cauce principal (km)	Elevación máxima (msnm)	Elevación mínima (msnm)	Pendiente topográfica (m/m)
Subcuenca 1	1.60736	1.4548	2232.48	2227.74	0.0033
Subcuenca 2	0.38942	1.3862	2236.6200	2232.9000	0.0027
Subcuenca 3	0.05231	0.2216	2233.9400	2233.5300	0.0019
Subcuenca 4	1.92417	3.9342	2255.7000	2233.6900	0.0056
Subcuenca 5	1.05477	7.5128	2242.4000	2233.7800	0.0011
Subcuenca 6	0.06035	0.3480	2233.6000	2232.9700	0.0018

Tabla 01. Características generales de las subcuencas con aportación

Periodos de retorno analizados

La definición de los periodos de retorno empleados en el presente estudio hidráulico se estableció con base en los lineamientos de diseño definidos para el proyecto del corredor del Trolebús Ixtapaluca, considerando el tipo de infraestructura proyectada, las condiciones actuales de la autopista y el nivel de riesgo asociado a posibles afectaciones por acumulación pluvial.

El criterio adoptado parte de que el proyecto será desarrollado sobre una infraestructura vial existente, donde la modificación de la rasante será mínima en la mayor parte del corredor. Por ello, el análisis hidráulico se enfocó principalmente en verificar el comportamiento de los escurrimientos superficiales, la capacidad de desalojo pluvial existente y la identificación de posibles puntos de conflicto hidráulico bajo eventos de precipitación extraordinaria.

De acuerdo con lo establecido en la Norma N-PRY-CAR-4-02-002-16, Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), las obras asociadas al drenaje longitudinal, cunetas, canaletas, bordillos y estructuras superficiales para carreteras tipo ET, A y B deberán verificarse mediante eventos con periodo de retorno de 25 años.

Asimismo, conforme a la Norma N-PRY-CAR-4-01-002-16, Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje del IMT, las estructuras de cruce y obras relacionadas con aportaciones provenientes de cuencas externas hacia la vía deberán analizarse mediante eventos con periodo de retorno de 50 años.

Con base en estos lineamientos, el presente estudio considera dos escenarios hidrológicos principales:

Evento de diseño con periodo de retorno de 25 años (Tr = 25 años), orientado al análisis del drenaje longitudinal y comportamiento superficial de la vialidad.
Evento de diseño con periodo de retorno de 50 años (Tr = 50 años), utilizado para evaluar condiciones hidráulicas más severas asociadas a aportaciones externas provenientes de las subcuencas concurrentes al corredor.

La consideración de ambos escenarios permitió analizar el comportamiento hidráulico del sistema bajo distintos niveles de exigencia hidrológica, evaluando tanto las condiciones ordinarias de operación del drenaje superficial como la respuesta del corredor ante eventos extraordinarios de lluvia.

Tiempo de concentración

El tiempo de concentración constituye uno de los parámetros hidrológicos fundamentales para la estimación de escurrimientos y generación de tormentas de diseño, ya que representa el tiempo requerido para que el escurrimiento superficial generado en el punto hidráulicamente más alejado de una cuenca alcance su salida.

Para el presente estudio se evaluaron distintos métodos empíricos de estimación del tiempo de concentración, considerando las características morfométricas y topográficas de las subcuencas concurrentes al corredor del Trolebús Ixtapaluca.

Los métodos analizados corresponden a:

- Método de Kirpich
- Método California Highways and Public Works (California HPW)
- Método de Témez
- Método de Giandotti

Cada método considera distintas variables hidráulicas y geomorfológicas, tales como longitud del cauce principal, pendiente media, área de drenaje y desnivel topográfico. Sin embargo, para fines del presente estudio se adoptó el método de Kirpich como criterio principal de diseño, debido a que las cuencas analizadas

corresponden predominantemente a subcuencas urbanas y periurbanas de dimensiones reducidas, con escurrimientos de respuesta relativamente rápida y trayectorias hidráulicas bien definidas.

Adicionalmente, el método de Kirpich presenta amplia aplicación en estudios hidrológicos asociados a infraestructura carretera y drenaje superficial, particularmente en cuencas pequeñas con pendientes definidas, condición representativa del área de estudio.

La formulación empleada corresponde a:

$$T_C = 0.000325 \frac{{L_C}^{0.77}}{{S_C}^{0.385}}$$

Donde:

Tc, tiempo de concentración (horas)
L, longitud del cauce principal (km)
Sc, pendiente media del cauce principal (m/m)

En el libro, *Introducción a la hidrología urbana*, del ingeniero Campos Aranda, se establece que el método de Kirpich presenta resultados consistentes para cuencas pequeñas con comportamiento de escurrimiento superficial rápido y pendientes relativamente definidas.
Como parte del análisis comparativo, se calcularon los tiempos de concentración mediante los distintos métodos anteriormente mencionados. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla resumen.

Nombre	Área (km2)	Longitud del cauce principal (km)	Pendiente topográfica (m/m)	Desnivel H (m)	Kirpich (min)	California HPW (min)	Témez (min)	Giandotti (min)
Subcuenca 1	1.61	1.45	0.0033	4.74	48.128	48.277	71.046	249.872
Subcuenca 2	0.39	1.39	0.0027	3.72	49.966	50.120	71.055	177.918
Subcuenca 3	0.05	0.22	0.0019	0.41	14.049	14.092	18.926	146.087
Subcuenca 4	1.92	3.93	0.0056	22.01	84.078	84.338	136.549	183.042
Subcuenca 5	1.05	7.51	0.0011	8.62	254.635	255.422	301.676	392.816
Subcuenca 6	0.06	0.35	0.0018	0.63	20.060	20.122	26.787	142.179

Tabla 02. Tiempos de concentración calculados para las subcuencas de aportación

Expresiones utilizadas para la estimación del tiempo de concentración

Método de Kirpich

$$T_C = 0.000325 \frac{{L_C}^{0.77}}{{S_C}^{0.385}}$$

Método California HPW

$$T_C = \left(\frac{0.8708\, L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Método de Témez

$$T_C = 0.30 \left[\frac{L_C}{(H/L_C)^{0.25}}\right]^{0.76}$$

Método de Giandotti

$$T_C = \frac{4\sqrt{A} + 1.5\, Lc}{0.80\sqrt{H}}$$

Donde:

A, área de la cuenca (km²)
L, longitud del cauce principal (km)
H, desnivel entre elevación máxima y mínima (m)
S, pendiente media del cauce (m/m)

A partir del análisis comparativo de resultados y considerando las características hidráulicas de las subcuencas estudiadas, se determinó utilizar los tiempos de concentración obtenidos mediante el método de Kirpich para la generación de tormentas de diseño y construcción de hidrogramas hidrológicos, debido a que dichos resultados presentan una mejor representación de la respuesta hidrológica esperada en cuencas urbanas de respuesta rápida.

Generación de tormentas de diseño

La generación de tormentas de diseño utilizadas en el presente estudio se desarrolló a partir del análisis hidrológico previamente elaborado para el corredor del Trolebús

Ixtapaluca, contenido en el documento técnico: **TI-T01-TREN-02-V00-EST-PR_HID-0001-S01** correspondiente al estudio hidrológico del tramo analizado.

En dicho estudio se realizó el análisis de información climatológica y pluviométrica regional, empleando registros históricos de precipitación y estaciones climatológicas con influencia sobre el área de estudio. Para la obtención de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) se utilizó el método de Chen modificado por Campos Aranda, metodología ampliamente empleada en hidrología urbana para la regionalización y estimación de lluvias de diseño en zonas con disponibilidad limitada de información pluviográfica continua.
La metodología permitió obtener curvas IDF específicas para cada subcuenca de aportación identificada dentro del corredor, considerando la influencia espacial de las estaciones climatológicas analizadas y las características hidrológicas particulares de cada zona.

Posteriormente, para fines de modelación hidráulica, se seleccionó una duración de tormenta de 2 horas, considerando los tiempos de concentración calculados y el comportamiento hidrológico esperado en el sistema urbano analizado. Los análisis fueron desarrollados para eventos asociados a periodos de retorno de:
25 años y 50 años. A partir de las curvas IDF obtenidas, se calcularon las intensidades de precipitaciones correspondientes a cada duración de análisis, mismas que posteriormente fueron transformadas en hietogramas de tormenta para su implementación en los modelos hidrológicos e hidráulicos.

	Intensidad de precipitación (mm)											
Duración (min)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
subc 1	151.46	108.49	85.18	70.45	60.25	52.75	47	42.43	38.72	35.63	33.03	30.8
subc 2	152.14	108.97	85.57	70.78	60.55	53.03	47.25	42.67	38.94	35.84	33.22	30.98
Subc 3	123.8	88.67	69.63	57.6	49.27	43.15	38.45	34.72	31.69	29.17	27.04	25.21
subc 4	151.06	108.2	84.95	70.25	60.07	52.59	46.85	42.29	38.59	35.51	32.91	30.68
subc 5	152.14	108.97	85.57	70.78	60.55	53.03	47.25	42.67	38.94	35.84	33.22	30.98
subc 6	152.14	108.97	85.57	70.78	60.55	53.03	47.25	42.67	38.94	35.84	33.22	30.98

Tabla 03. Intensidades de precipitación obtenidas a partir de curvas IDF para un periodo de retorno de 25 años

Intensidad de precipitación (mm)												
Duración (min)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
subc 1	171.88	123.12	96.66	79.94	68.37	59.87	53.34	48.15	43.94	40.44	37.48	34.95
subc 2	173.57	124.32	97.62	80.75	69.08	60.5	53.91	48.68	44.42	40.89	37.91	35.35
Subc 3	152.14	108.97	85.57	70.78	60.55	53.03	47.25	42.67	38.94	35.84	33.22	30.98
subc 4	170.84	122.37	96.07	79.44	67.94	59.48	52.98	47.83	43.64	40.16	37.22	34.7
subc 5	173.57	124.32	97.62	80.75	69.08	60.5	53.91	48.68	44.42	40.89	37.91	35.35
subc 6	173.57	124.32	97.62	80.75	69.08	60.5	53.91	48.68	44.42	40.89	37.91	35.35

Tabla 04. Intensidades de precipitación obtenidas a partir de curvas IDF para un periodo de retorno de 25 años

Construcción de hietogramas

Una vez obtenidas las intensidades de precipitación correspondientes a los periodos de retorno analizados, se procedió a la construcción de los hietogramas de diseño utilizados en el modelo hidrológico. El hietograma representa la distribución temporal de la precipitación durante un evento de tormenta, permitiendo establecer la variación de intensidad de lluvia a lo largo del tiempo y reproduciendo de forma más realista el comportamiento hidrológico del evento de diseño.

Para el presente estudio, la construcción de los hietogramas se realizó mediante el método de bloques alternos, el cual consiste en distribuir las intensidades máximas de precipitación alrededor del centro de la tormenta, organizando los incrementos de lluvia de forma alternada hacia ambos lados del pico principal. La metodología aplicada comprendió las siguientes etapas:

1. Definición de la duración total de tormenta.
2. Discretización temporal del evento.
3. Obtención de intensidades de lluvia mediante curvas IDF.
4. Conversión de intensidades a láminas de precipitación acumulada.
5. Determinación de incrementos de precipitación por intervalo.
6. Reordenamiento de bloques mediante el método de bloques alternos.

Instante (min)	Hietograma, precipitación alternada (mm) TR 25 años					
	Subc 1	Subc 2	Subc 3	Subc 4	Subc 5	Subc 6
5	0.535	0.542	0.542	0.530	0.542	0.542
10	0.598	0.605	0.605	0.593	0.605	0.605
15	0.676	0.684	0.684	0.671	0.684	0.684
20	0.776	0.785	0.785	0.771	0.785	0.785
25	0.908	0.918	0.918	0.902	0.918	0.918
30	1.087	1.098	1.098	1.081	1.098	1.098
35	1.343	1.355	1.355	1.336	1.355	1.355
40	1.731	1.744	1.744	1.723	1.744	1.744
45	2.369	2.384	2.384	2.360	2.384	2.384
50	3.563	3.581	3.581	3.552	3.581	3.581
55	6.307	6.333	6.333	6.292	6.333	6.333
60	15.885	15.960	15.960	15.840	15.960	15.960
65	9.359	9.396	9.396	9.336	9.396	9.396
70	4.612	4.633	4.633	4.600	4.633	4.633
75	2.863	2.879	2.879	2.853	2.879	2.879
80	2.006	2.020	2.020	1.998	2.020	2.020
85	1.515	1.527	1.527	1.508	1.527	1.527
90	1.203	1.214	1.214	1.196	1.214	1.214
95	0.990	1.000	1.000	0.984	1.000	1.000
100	0.837	0.847	0.847	0.832	0.847	0.847
105	0.723	0.732	0.732	0.718	0.732	0.732
110	0.634	0.643	0.643	0.630	0.643	0.643
115	0.564	0.572	0.572	0.560	0.572	0.572
120	0.508	0.515	0.515	0.503	0.515	0.515

Tabla 05. Valores del hietograma de diseño para Tr = 25 años, subcuencas 1 a 6

Instante (min)	Hietograma, precipitación alternada (mm) TR 50 años					
	Subc 1	Subc 2	Subc 3	Subc 4	Subc 5	Subc 6
5	0.607	0.618	0.618	0.600	0.618	0.618
10	0.678	0.691	0.691	0.670	0.691	0.691
15	0.767	0.781	0.781	0.759	0.781	0.781
20	0.881	0.896	0.896	0.872	0.896	0.896
25	1.030	1.047	1.047	1.020	1.047	1.047
30	1.234	1.253	1.253	1.222	1.253	1.253
35	1.524	1.546	1.546	1.511	1.546	1.546
40	1.964	1.989	1.989	1.948	1.989	1.989
45	2.689	2.720	2.720	2.669	2.720	2.720
50	4.043	4.086	4.086	4.017	4.086	4.086
55	7.157	7.225	7.225	7.115	7.225	7.225
60	18.027	18.208	18.208	17.914	18.208	18.208
65	10.620	10.720	10.720	10.559	10.720	10.720
70	5.234	5.286	5.286	5.202	5.286	5.286
75	3.249	3.285	3.285	3.226	3.285	3.285
80	2.277	2.305	2.305	2.260	2.305	2.305
85	1.719	1.743	1.743	1.705	1.743	1.743
90	1.365	1.385	1.385	1.353	1.385	1.385
95	1.124	1.141	1.141	1.113	1.141	1.141
100	0.950	0.966	0.966	0.941	0.966	0.966
105	0.820	0.835	0.835	0.812	0.835	0.835
110	0.720	0.733	0.733	0.712	0.733	0.733
115	0.641	0.653	0.653	0.633	0.653	0.653
120	0.576	0.587	0.587	0.569	0.587	0.587

Tabla 07. Valores del hietograma de diseño para Tr = 50 años, subcuencas 1 a 6

El procedimiento permitió obtener hietogramas sintéticos representativos para cada periodo de retorno analizado, mismos que fueron utilizados posteriormente para la generación de hidrogramas de escurrimiento en HEC-HMS.

Procesamiento de hietogramas en HEC HMS

Una vez obtenidas las tormentas de diseño a partir de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), fue necesario transformar la precipitación total en precipitación efectiva, debido a que no toda la lluvia registrada genera escurrimiento superficial directo. Parte de la precipitación es retenida por la cobertura superficial, infiltrada en el suelo o almacenada temporalmente en depresiones del terreno.

Para estimar la lluvia efectiva y posteriormente generar los hidrogramas de escurrimiento de cada subcuenca, se implementó en HEC-HMS el método actualmente denominado “NRCS Curve Number”, anteriormente conocido como método del SCS Curve Number (Soil Conservation Service), desarrollado originalmente por el Soil Conservation Service del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), actualmente denominado Natural Resources Conservation Service (NRCS).

Este método permite relacionar las características hidrológicas del terreno con la capacidad potencial de infiltración y retención de humedad de la cuenca, mediante el uso del parámetro denominado Número de Curva (Curve Number, CN).

El procedimiento aplicado se fundamenta en el documento técnico *“Cálculo de la precipitación neta mediante el método del S.C.S.”*, en el cual se describe el proceso de transformación de precipitación acumulada total a precipitación neta o efectiva. El método parte del supuesto de que el escurrimiento directo únicamente inicia una vez superadas las pérdidas iniciales de infiltración y almacenamiento superficial, denominadas abstracción inicial (P_0).

La precipitación efectiva acumulada (Pe) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Pe = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Donde:

Pe, precipitación efectiva acumulada (mm)
P, precipitación acumulada total (mm)
P_0, abstracción inicial (mm)
S = retención potencial máxima del suelo (mm)

La abstracción inicial se relaciona con la retención potencial mediante y el parámetro P0 se obtiene a partir del Número de Curva, donde el valor de CN depende principalmente del tipo hidrológico de suelo, cobertura vegetal y grado de impermeabilización de la superficie.
En el presente estudio, los valores del Número de Curva fueron definidos a partir de la intersección espacial entre la cartografía de edafología y uso de suelo, procesadas en un Sistema de Información Geográfica. Posteriormente, los valores fueron homogenizados considerando la cobertura predominante y el comportamiento hidrológico observado en campo dentro del corredor de estudio.

Las subcuencas analizadas presentan una condición predominantemente urbana y semiurbana, caracterizada por superficies pavimentadas, vialidades asfaltadas, zonas compactadas y obras de infraestructura vial, lo cual genera valores elevados de CN y, por consiguiente, una mayor proporción de escurrimiento superficial directo.

En la siguiente tabla se presentan los parámetros hidrológicos utilizados para el procesamiento de precipitación efectiva en HEC-HMS.

Subcuenca	Área (km²)	Tipo de suelo	Cobertura predominante	CN
Subcuenca 1	1.607	C	Caminos / superficie dura	90.0
Subcuenca 2	0.389	C	Caminos / superficie dura	85.5
Subcuenca 3	0.052	C	Caminos / superficie dura	90.0
Subcuenca 4	1.924	B	Caminos / superficie dura	75.5
Subcuenca 5	1.055	B	Caminos / superficie dura	84.0
Subcuenca 6	0.060	B	Caminos / superficie dura	84.0

Tabla 07. Parámetros hidrológicos empleados en el método NRCS Curve Number

Una vez definida la precipitación efectiva para cada subcuenca y periodo de retorno analizado, se procedió a la generación de los hidrogramas de escurrimiento directo en HEC-HMS, utilizando los tiempos de concentración previamente calculados mediante el método de Kirpich y los hietogramas de diseño desarrollados para los eventos de 25 y 50 años de periodo de retorno.

Los hidrogramas resultantes fueron posteriormente utilizados como condiciones de entrada en el modelo hidráulico bidimensional desarrollado en HEC-RAS, permitiendo simular el comportamiento hidráulico e identificar las zonas susceptibles a inundación dentro del corredor del trolebús Ixtapaluca.

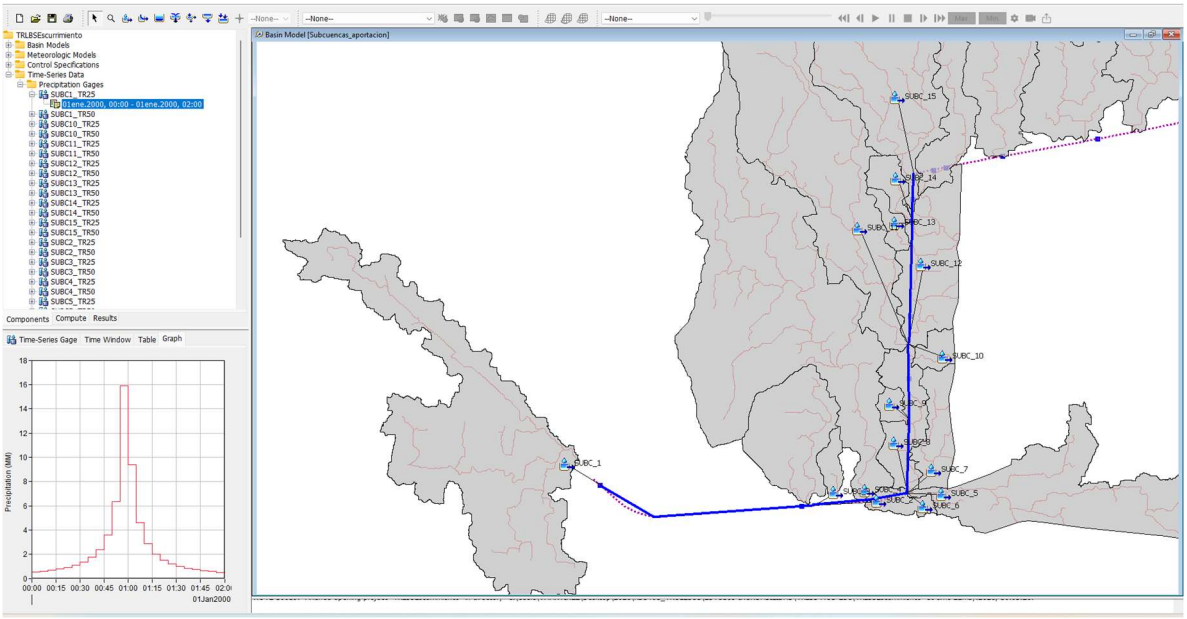


Figura 07. Caracterización de las subcuencas en HEC HMS

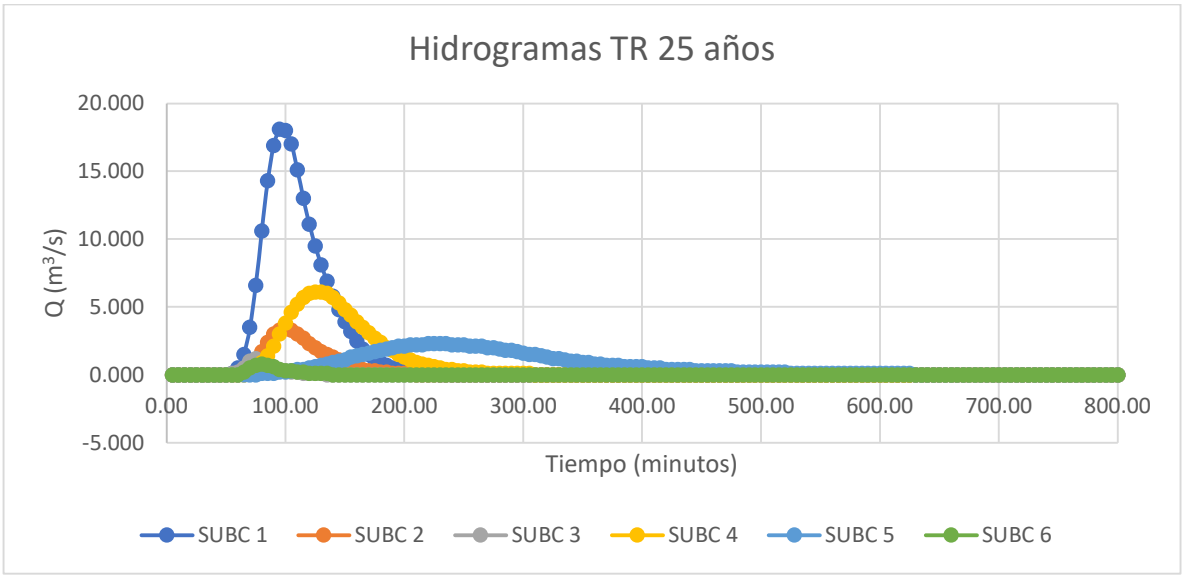


Figura 08. Hidrogramas de diseño obtenidos de HEC HMS, tr=25 años

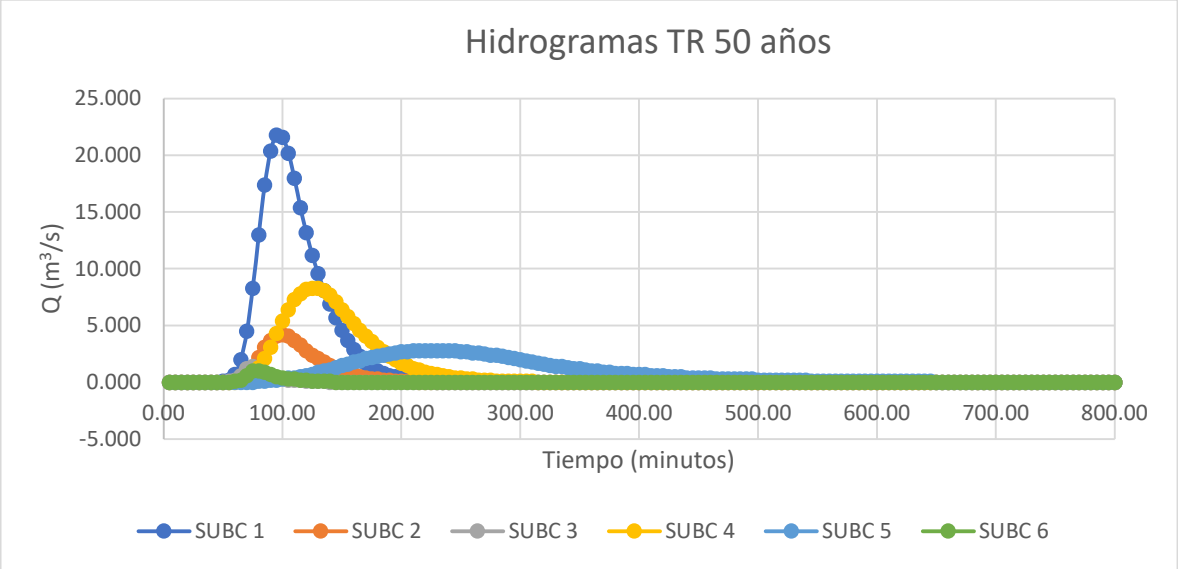


Figura 09. Hidrogramas de diseño obtenidos de HEC HMS, tr=50 años

MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL

Descripción general del modelo

El modelo bidimensional de inundación fue desarrollado para representar las condiciones hidráulicas superficiales actuales del subtramo 1 del corredor del Trolebús Ixtapaluca sobre la autopista México- Puebla, comprendido entre el km 0+000, además de agregarse una parte hacía menos y el km 2+000 del proyecto, considerando la configuración topográfica y urbana existente al momento del análisis.

La modelación fue realizada bajo un enfoque de condiciones actuales sin incorporar aún la infraestructura definitiva del proyecto del Trolebús Ixtapaluca, debido a que la versión final de la topografía de detalle y del proyecto geométrico se encuentra sujeta a validación y aprobación técnica. En consecuencia, la presente evaluación hidráulica constituye una aproximación orientada a caracterizar el comportamiento del escurrimiento superficial y las condiciones de inundabilidad existentes dentro del corredor de estudio.
El modelo fue construido a partir de un modelo digital de superficie complementado con información topográfica del corredor, permitiendo representar la influencia de

elementos urbanos sobre el comportamiento del flujo superficial, tales como cambios de rasante, confinamientos viales, pendientes longitudinales y la configuración geométrica general de la autopista.

Asimismo, el análisis se desarrolló sin la incorporación explícita de la red de drenaje pluvial existente (cunetas, canaletas, pozos de visita, cárcamos, colectores o estructuras de desfogue), debido a la ausencia de información geométrica y operativa suficientemente detallada que permitiera su representación hidráulica confiable dentro del modelo numérico. Por lo tanto, los resultados son una representación conservadora del comportamiento del escurrimiento superficial.

Con estas consideraciones, el modelo permite identificar zonas potenciales de acumulación, estimar tirantes máximos y analizar la susceptibilidad a encharcamientos temporales sobre el corredor del trolebús Ixtapaluca, bajo eventos de escurrimientos asociados a los periodos de retorno analizados (25 y 50 años).

Software empleado

El estudio de inundabilidad se desarrolló mediante la implementación y análisis de un modelo hidráulico bidimensional en HEC-RAS versión 6.5. HEC-RAS es un software numérico de uso libre, desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE), ampliamente utilizado para la modelación hidráulica unidimensional y bidimensional de escurrimientos superficiales, cauces y zonas inundables.

Para la simulación bidimensional se empleó el solucionador hidráulico tipo *Diffusion Wave*, el cual corresponde a una simplificación de las ecuaciones completas de aguas someras (*Shallow Water Equations*), en la cual se desprecia la influencia de los términos inerciales y de aceleración, considerando principalmente los efectos asociados a la gravedad, pendiente hidráulica y fricción.

De acuerdo con la documentación técnica oficial de HEC-RAS, el uso del esquema *Diffusion Wave* resulta apropiado en aplicaciones donde predominan procesos de escurrimiento superficial gradualmente variado, almacenamiento temporal y propagación lenta del flujo, particularmente en análisis de inundación pluvial y entornos urbanos.

La selección de este solucionador para el presente estudio se consideró adecuada debido a que el comportamiento hidráulico esperado en el corredor de análisis corresponde principalmente a procesos de acumulación superficial sobre infraestructura vial urbana, con tirantes relativamente bajos y velocidades moderadas, sin presencia de fenómenos altamente dinámicos tales como ruptura

de presas, propagación rápida de ondas, flujo supercrítico, saltos hidráulicos o interacción compleja con estructuras hidráulicas mayores.

Adicionalmente, el empleo del esquema *Diffusion Wave* permitió mantener estabilidad numérica y eficiencia computacional en la simulación bidimensional, considerando la resolución espacial de la malla y la extensión del área de estudio.

Terreno

La base topográfica del modelo hidráulico bidimensional se construyó a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE) tipo superficie, con resolución espacial de 1.5 metros, generado mediante información altimétrica del relieve continental obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Los insumos empleados corresponden a cartas topográficas escala 1:10 000, descargadas del acervo de datos de relieve continental.

Para la conformación del modelo de terreno se integraron los siguientes archivos raster:

E14B31D2
E14B31D4
E14B31E3
E14B31E1

Cabe señalar que los archivos E14B31E3 Y E14B31E1 se encontraban originalmente en resolución espacial de 5 metros, por lo que fue necesario realizar un procesamiento previo dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG), con el objetivo de homologar la resolución espacial de todos los insumos empleados en el modelo. Posteriormente, los archivos raster fueron fusionados y recortados a la extensión específica de la zona de estudio, correspondiente al corredor del proyecto Trolebús Ixtapaluca y su área de influencia hidráulica inmediata.

Debido a la naturaleza urbana del corredor y a las limitaciones inherentes de los modelos digitales de superficie, fue necesario realizar ajustes y correcciones locales sobre el terreno hidráulico antes de su incorporación al modelo bidimensional en HEC-RAS. Entre las modificaciones efectuadas destaca la eliminación de puentes peatonales presentes sobre la Autopista México–Puebla, ya que el modelo digital descargado interpretaba dichas estructuras elevadas como barreras sólidas o muros continuos, afectando artificialmente la continuidad hidráulica del flujo superficial dentro de la simulación.

Adicionalmente, el terreno fue complementado mediante la incorporación de la versión más reciente de la topografía disponible del corredor del trolebús. Esta información topográfica correspondía exclusivamente al eje del proyecto, por lo que fue necesario desarrollar un proceso de integración y empalme geométrico con los datos provenientes del modelo de relieve de INEGI, buscando mantener continuidad altimétrica y consistencia espacial dentro del terreno final utilizado en el modelo hidráulico. El terreno resultante, utilizado en la modelación, es el siguiente:

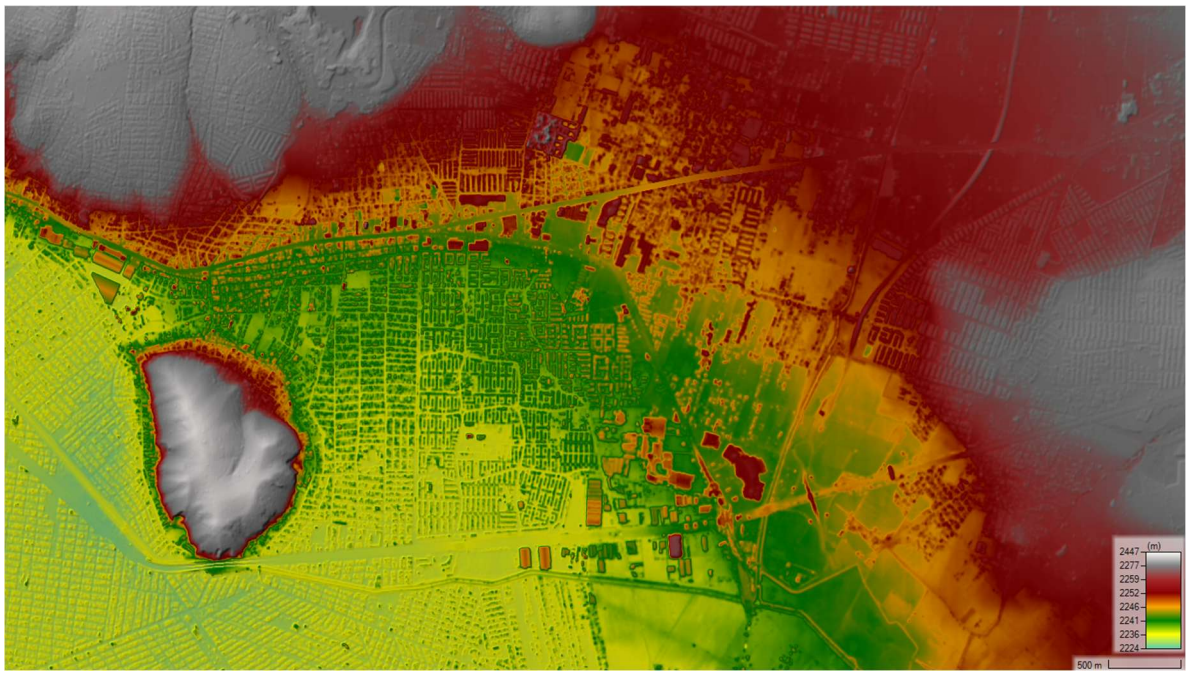


Figura 10. Modelo de Terreno de tipo superficie correspondiente al corredor Trolebús Ixtapaluca y su entorno topográfico inmediato.

Geometría del modelo

La geometría hidráulica fue desarrollada mediante la herramienta RAS Mapper. Para el análisis de la zona de estudio, HEC-RAS permite la creación de una malla computacional, la cual divide el área en una serie de celdas o elementos. Esto posibilita que el programa calcule el flujo y las variaciones de profundidad y velocidad en cada sección. El tamaño de las celdas constituye un factor crítico: celdas más pequeñas incrementan la precisión de los cálculos y mejoran la visualización dinámica del flujo, aunque también aumentan el tiempo de procesamiento. Para optimizar este balance, HEC-RAS ofrece la opción de

refinamiento de malla, que permite definir zonas específicas con mayor detalle, aplicando un mallado más fino en áreas de interés.

En este proyecto se configuraron los siguientes parámetros:

1) Malla de perímetro: tamaño de celda de 12 m.
2) Malla de refinamiento: tamaño de celda de 2 m sobre la autopista y el corredor del trolebús.

Las condiciones de frontera (boundary conditions) se definieron como la delimitación del área de simulación hidráulica y representan los parámetros que controlan la entrada y salida de flujo en el modelo. En términos generales, las condiciones de frontera establecen cómo el sistema interactúa con su entorno, especificando caudales de entrada, niveles de agua, precipitaciones o restricciones físicas en los límites del dominio de cálculo.

A continuación, se presenta la malla de estudio junto y la región de refinamiento aplicada al corredor:

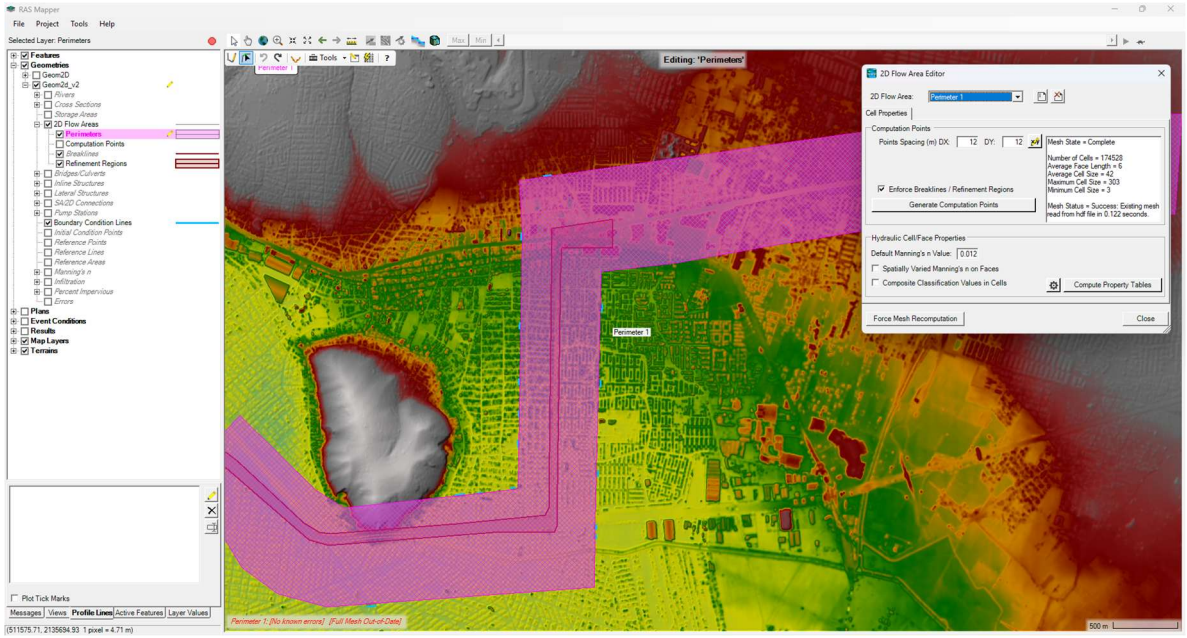


Figura 11. Malla de estudio con tamaño de celda de 12 metros

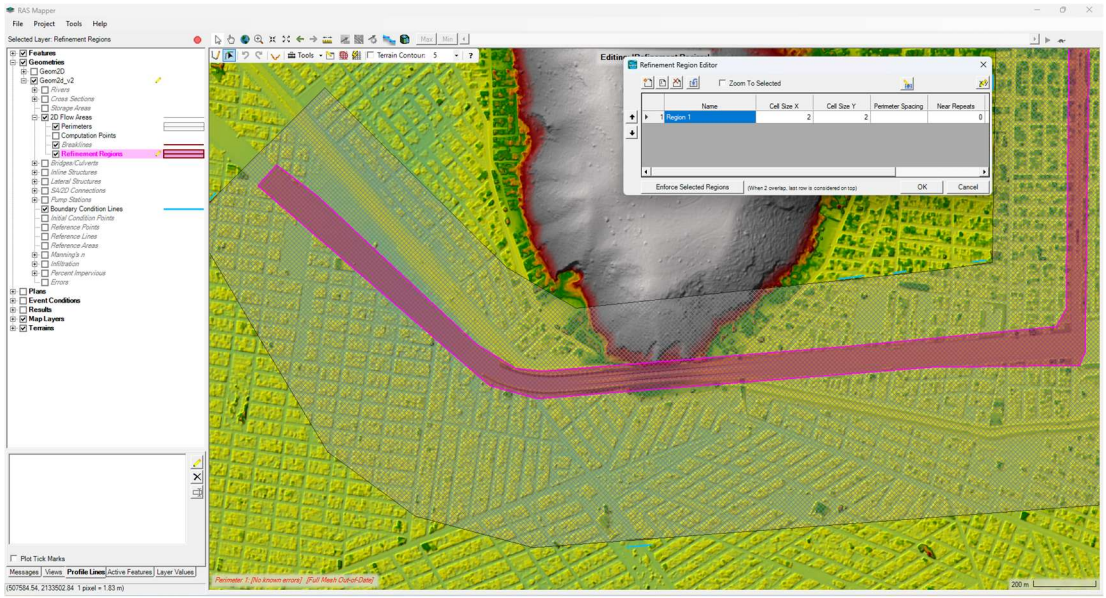


Figura 12. Malla de refinamiento con tamaño de celda de 2 metros

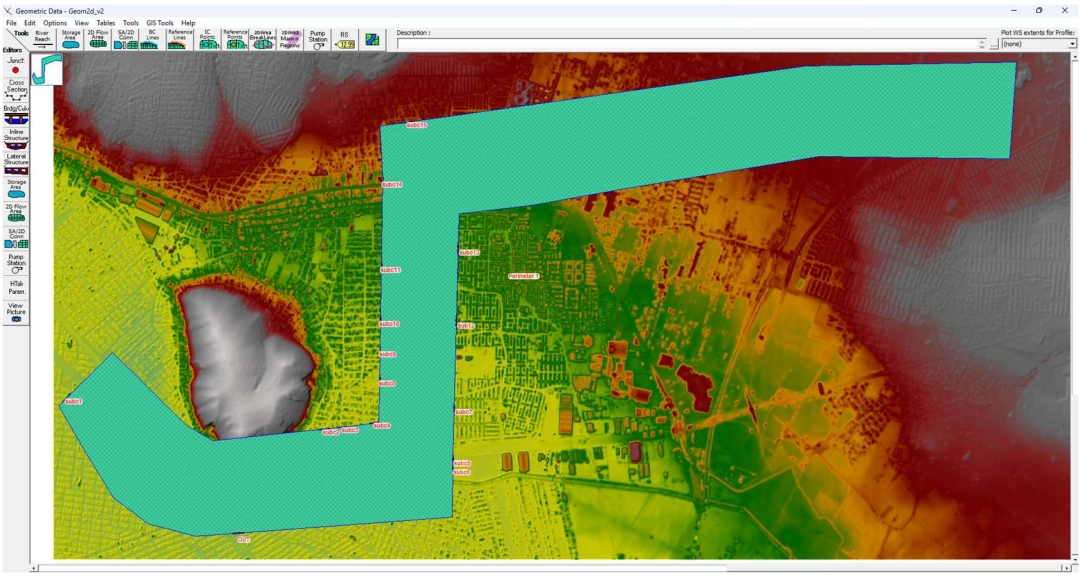


Figura 13. Condiciones de frontera del modelo bidimensional considerando las entradas de los hidrogramas de las subcuencas de aportación

Datos del flujo no permanente

Las condiciones hidráulicas del modelo se definieron mediante el módulo Unsteady Flow Data de HEC-RAS. Como condición de salida, se utilizó el criterio de Normal Depth, ingresando la pendiente promedio de la autopista (2%), con el fin de representar el drenaje del agua hacia los extremos del corredor. La condición de entrada correspondió a la precipitación distribuida, incorporada mediante hietogramas discretizados en intervalos de 5 minutos para cada uno de los periodos de retorno considerados.
En este contexto, las condiciones de frontera (boundary conditions) se entienden como los parámetros que delimitan el comportamiento hidráulico del sistema en sus límites de cálculo. Estas condiciones especifican cómo el modelo interactúa con su entorno, definiendo entradas de flujo, niveles de agua o precipitaciones, así como salidas de caudal o restricciones físicas. Su correcta configuración permite revisar el incremento gradual del caudal, el volumen de acumulación y la velocidad del flujo durante los eventos simulados.

Configuración numérica y estabilidad computacional

La simulación hidráulica bidimensional fue configurada utilizando el solucionador tipo *Diffusion Wave* de HEC-RAS versión 6.5, considerando un intervalo de cálculo computacional de 1 segundo y un intervalo de almacenamiento de resultados de 10 minutos.

La selección del intervalo de cálculo se realizó buscando un equilibrio entre estabilidad numérica, resolución temporal y eficiencia computacional, tomando en consideración el tamaño de celda empleado dentro de la malla bidimensional, así como las características hidráulicas esperadas del flujo superficial en la zona de estudio.

Durante el proceso de simulación se verificó la estabilidad general del modelo mediante la revisión de continuidad hidráulica, comportamiento del flujo superficial y ausencia de oscilaciones numéricas significativas dentro de la propagación de la inundación. Asimismo, el esquema *Diffusion Wave* permitió mantener un comportamiento estable en la simulación, particularmente debido a que el fenómeno analizado corresponde principalmente a escurrimientos superficiales gradualmente variados y procesos de almacenamiento temporal sobre infraestructura vial urbana.

Adicionalmente, el uso de un intervalo computacional reducido permitió mejorar la representación temporal de la propagación del flujo derivado de los hietogramas de

diseño, disminuyendo la posibilidad de inestabilidades asociadas a cambios abruptos de tirante entre celdas adyacentes.

La configuración numérica adoptada se consideró adecuada para la representación hidráulica preliminar del corredor de estudio bajo los escenarios de precipitación asociados a los periodos de retorno analizados.

RESULTADOS

Con el objetivo de evaluar el comportamiento hidráulico superficial del corredor del Trolebús Ixtapaluca, se analizaron los resultados obtenidos mediante el modelo bidimensional desarrollado en HEC-RAS para eventos de precipitación asociados a periodos de retorno de 25 y 50 años.

Los resultados permiten identificar las zonas con mayor susceptibilidad a acumulación superficial, así como estimar los tirantes máximos de inundación y velocidades máximas desarrolladas dentro del área de estudio correspondiente al Subtramo 1, comprendido entre los kilómetros 0+000 y 2+000.

Los mapas de profundidad y velocidad obtenidos muestran que las mayores acumulaciones se concentran principalmente en las inmediaciones de la estación Caseta Vieja, donde la configuración topográfica longitudinal de la autopista, combinada con las condiciones de confinamiento vial y la presencia de puntos bajos, favorecen el almacenamiento temporal de escurrimientos superficiales durante eventos extraordinarios.

Por otro lado, en la zona correspondiente a la estación Tlapacoya, el comportamiento hidráulico presenta menores profundidades de inundación, observándose escurrimientos superficiales de menor magnitud y acumulaciones localizadas de carácter poco significativo en comparación con el tramo inicial del corredor.

Resultados para periodo de retorno de 25 años

Para el escenario correspondiente al periodo de retorno de 25 años, el modelo hidráulico identificó que los mayores tirantes de inundación se presentan en la estación Caseta Vieja, particularmente en el tramo comprendido entre el inicio y final de dicha estación, donde se registraron profundidades máximas de aproximadamente 1.18 m y 0.68 m, respectivamente.
En contraste, la estación Tlapacoya presentó tirantes considerablemente menores, con profundidades máximas del orden de 0.03 m al inicio y 0.02 m al final de la

estación, lo que indica una menor susceptibilidad a acumulaciones superficiales relevantes bajo este escenario hidrológico.

Asimismo, el análisis de velocidades máximas permitió identificar valores cercanos a 3.14 m/s en zonas de pendiente pronunciada.

ESTACIÓN	TIRANTE MÁXIMO DE INUNDACIÓN TR 25 AÑOS (m)
CASETA VIEJA INICIO	1.18
CASETA VIEJA FIN	0.68
TLAPACOYA INICIO	0.03
TLAPACOYA FIN	0.02

Tabla 08. Tirantes máximos de inundación y velocidades máximas para Tr = 25 años

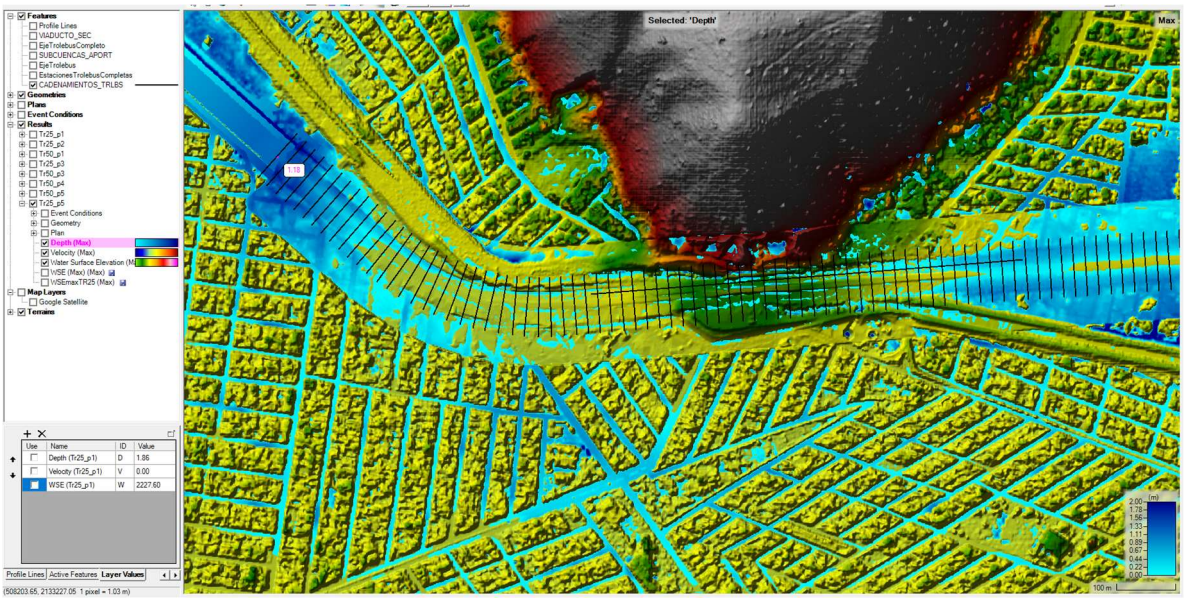


Figura 14. Mapa de tirantes máximos de inundación para el escenario de periodo de retorno de 25 años en el Subtramo 1 del corredor Trolebús Ixtapaluca.

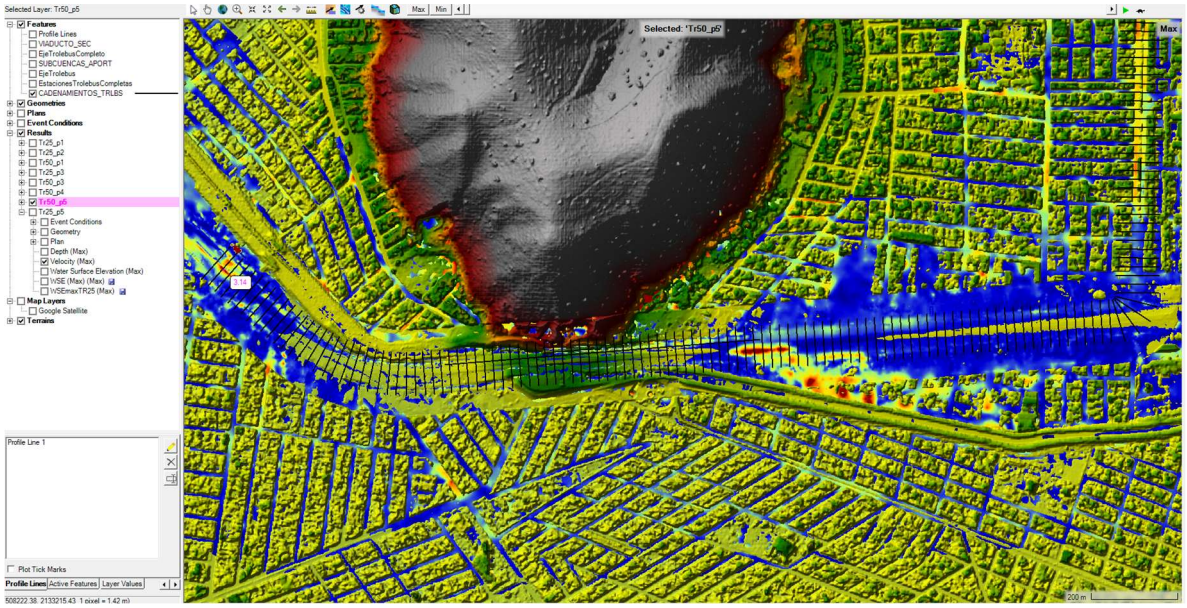


Figura 15. Distribución espacial de velocidades máximas obtenidas para el escenario de periodo de retorno de 25 años

Resultados para periodo de retorno de 50 años

Para el escenario asociado al periodo de retorno de 50 años, el modelo hidráulico mostró un incremento general en los niveles de acumulación superficial dentro de las zonas críticas previamente identificadas.

Los mayores tirantes continuaron concentrándose en la estación Caseta Vieja, donde se registraron profundidades máximas aproximadas de 1.37 m al inicio y 0.89 m al final de la estación. Estos resultados reflejan la persistencia de condiciones topográficas desfavorables y la limitada capacidad de desfogue superficial en determinados sectores de la autopista.

En la estación Tlapacoya, los tirantes máximos permanecieron relativamente bajos, alcanzando valores de 0.12 m al inicio y 0.04 m al final de la estación, observándose únicamente acumulaciones superficiales menores y escurrimientos localizados.
En cuanto a las velocidades máximas del flujo superficial, el modelo estimó valores de hasta 3.48 m/s en zonas de concentración hidráulica, principalmente asociadas a pendientes locales y trayectorias preferenciales de escurrimiento.

ESTACIÓN	TIRANTE MÁXIMO DE INUNDACIÓN TR 25 AÑOS (m)
CASETA VIEJA INICIO	1.37
CASETA VIEJA FIN	0.89
TLAPACOYA INICIO	0.12
TLAPACOYA FIN	0.04

Tabla 09.Tirantes máximos de inundación y velocidades máximas para Tr = 50 años

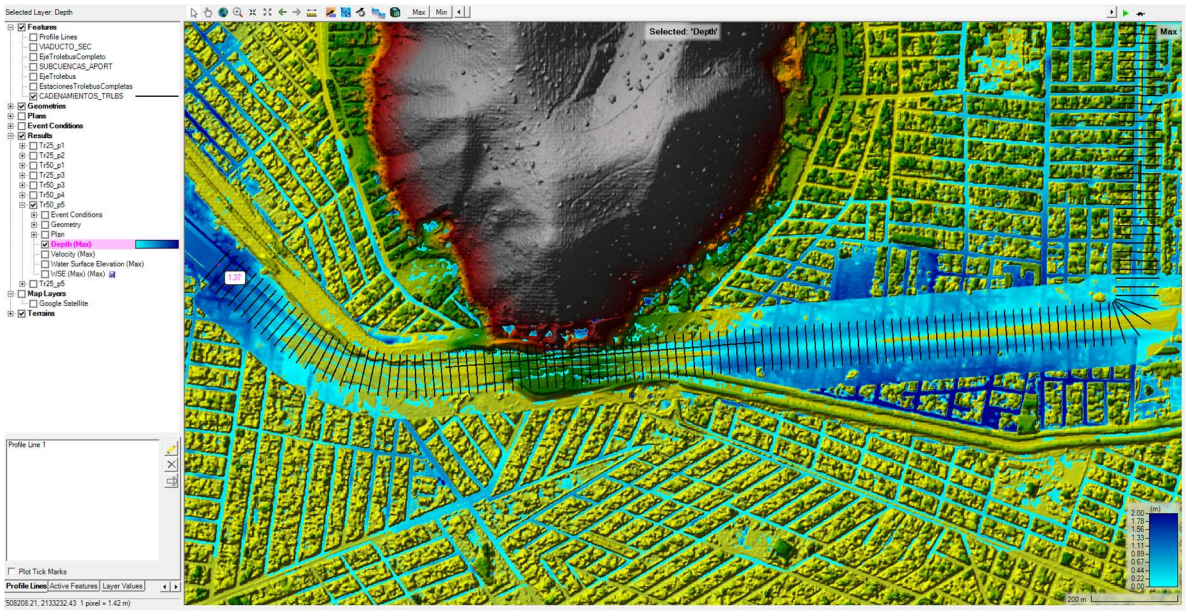


Figura 16. Mapa de tirantes máximos de inundación para el escenario de periodo de retorno de 50 años en el corredor del Trolebús Ixtapaluca.

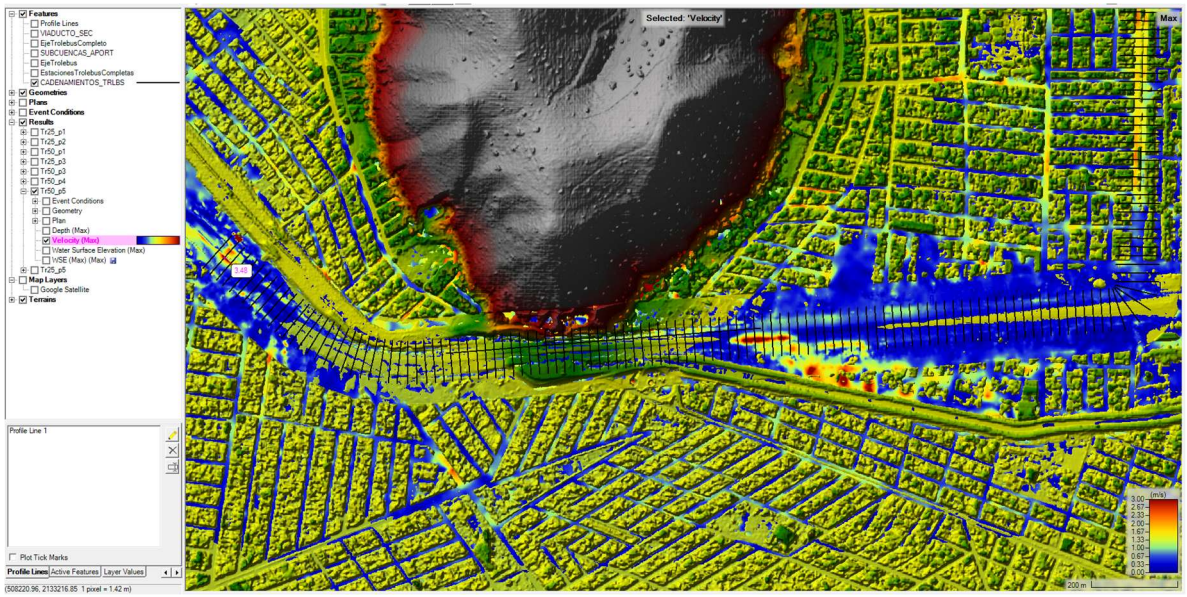


Figura 17. Distribución espacial de velocidades máximas obtenidas para el escenario de periodo de retorno de 50 años.

Los resultados obtenidos muestran que las zonas históricamente identificadas como susceptibles a inundación continúan presentando acumulaciones importantes bajo eventos de precipitación extraordinaria, particularmente en las inmediaciones de la estación Caseta Vieja, donde la configuración geométrica longitudinal de la autopista y las condiciones regionales de drenaje favorecen la formación de puntos bajos hidráulicos.

No obstante, el comportamiento hidráulico observado dentro del corredor del trolebús corresponde principalmente a procesos de almacenamiento superficial localizado y propagación gradual del flujo, sin identificarse fenómenos asociados a flujo torrencial o comportamiento altamente dinámico.
Adicionalmente, el análisis preliminar sugiere que la funcionalidad hidráulica del corredor dependerá en gran medida de la capacidad de desfogue y conducción del sistema de drenaje superficial existente, así como de las medidas complementarias de captación y conducción que puedan incorporarse en etapas posteriores del proyecto ejecutivo.

Anexo I – Referencias/Bibliografía

Campos Aranda, D. F. (2010). *Introducción a la hidrología urbana*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1994). *Hidrología aplicada*. McGraw-Hill.

Natural Resources Conservation Service (NRCS). (2004). *National Engineering Handbook, Part 630: Hydrology*. United States Department of Agriculture (USDA).

Soil Conservation Service (SCS). (1986). *Urban Hydrology for Small Watersheds, Technical Release 55 (TR-55)*. United States Department of Agriculture (USDA).

Hydrologic Engineering Center (HEC). (2023). *HEC-HMS Hydrologic Modeling System User's Manual, Version 4.12*. U.S. Army Corps of Engineers.

Hydrologic Engineering Center (HEC). (2024). *HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual, Version 6.5*. U.S. Army Corps of Engineers.

Instituto Mexicano del Transporte (IMT). (2016). *Norma N-PRY-CAR-4-01-002-16. Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Instituto Mexicano del Transporte (IMT). (2016). *Norma N-PRY-CAR-4-02-002-16. Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). *Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) y Modelos Digitales de Elevación escala 1:10 000*. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). *Cartografía topográfica y datos de relieve continental escala 1:10 000*. INEGI.

Municipio de Ixtapaluca. (2018). *Atlas Municipal de Riesgos de Ixtapaluca, Estado de México*. Ayuntamiento de Ixtapaluca.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2024). *Registros históricos de precipitación y estaciones climatológicas*. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Chen, C. L. (1983). *Rainfall Intensity-Duration-Frequency Formulas*. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE.

Campos Aranda, D. F. (1998). *Procesos del ciclo hidrológico*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Témez Peláez, J. R. (1978). *Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de España.

Kirpich, Z. P. (1940). *Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds*. Civil Engineering, 10(6), 362.

Giandotti, M. (1934). *Previsione delle piene e delle magre dei corsi d'acqua*. Ministero dei Lavori Pubblici, Roma.

California Division of Highways. (1951). *Highway Design Manual – Hydrology Section*. State of California.

Universidad de Salamanca. (s.f.). *Cálculo de la precipitación neta mediante el método del S.C.S.* Departamento de Geología, Universidad de Salamanca.

PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

ANTEPROYECTO

DOCUMENTO FINAL DEL ESTUDIO DE TRÁNSITO

ESTUDIO DE INGENIERÍA DE TRANSITO Y MICROSIMULACION PARA EVALUAR LA LÍNEA DEL TROLEBÚS EN EL MUNICIPIO DE IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO.

INGENIERÍA DE TRÁNSITO

Nombre del Proyecto:	PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO	
CLAVE:	TI-S01-S04-01-INF-TRAN-0001-0A	
Realizado por:	ICA	Fecha: 25/04/2026
Revisado por:	SUPERVISIÓN	Fecha:
Aprobado por:	-	Fecha:
No de Revisión	**Descripción**	**Páginas**
0A	Emisión Inicial	210

ÍNDICE

I. Presentación

I. Presentación 3
II. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES 4
Antecedentes 4
Objetivos del estudio 6
Alcances del estudio 7
I. METODOLOGÍA 9
II. ACOPIO DE INFORMACIÓN 12
II.1. Información Documental. 16
II.3 Estudios Operacionales. 19
III. DIAGNÓSTICO - PRONÓSTICO 25
III.1 Entorno Regional. 25
III.1.1 Ubicación Geográfica 26
III.2 Diagnóstico de la Vialidad Local 77
III.2.1 Oferta Vial 77
III.2.4 Demanda Vial. 115
IV. MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA SITUACIÓN ACTUAL 164
V. TASA DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN FUTURA 202
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 206
4.1 Conclusiones. 206
4.2 Recomendaciones. 208

ANEXOS

A. Planos Mapa de Volúmenes

B. Estudios Operacionales

C. Inventarios de Vialidad y Transporte Público

D. Análisis de Capacidad y de Niveles de Servicio

E. Álbum Fotográfico

I. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

Antecedentes

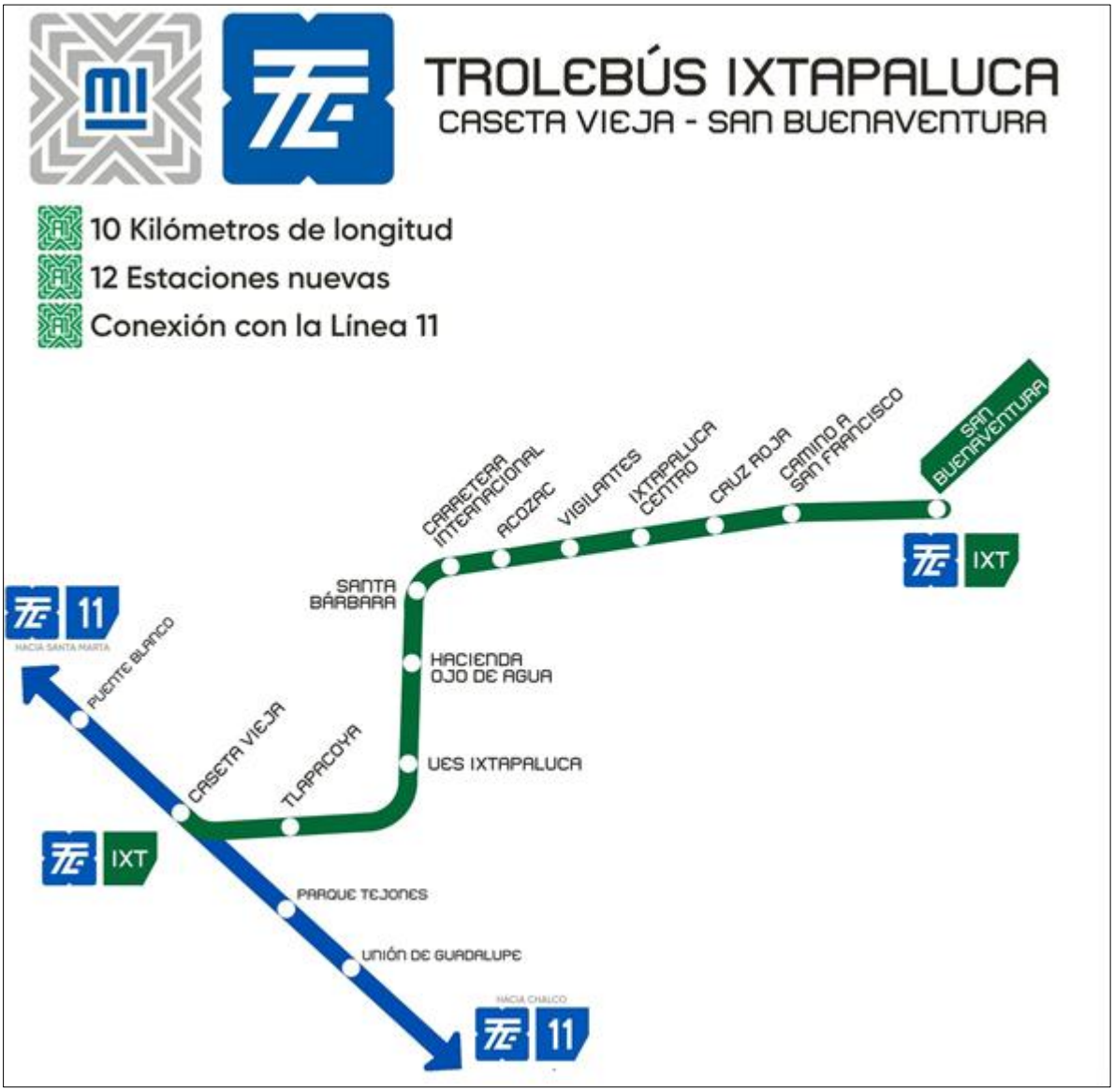
La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) junto con la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (SRTF), como parte del Plan Integral para el Oriente del Estado de México, presentan el proyecto de la construcción del Trolebús Ixtapaluca, este servicio formará parte de la ampliación de la operación de la Línea 11 del Trolebús CDMX, el cual parte desde Santa Martha y llega a Chalco, en el Estado de México. La obra fue definida como: PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO. En La licitación pública E-2025-00097745 donde se comparten detalles de la extensión del servicio, las estaciones, en un inicio se precisa que la extensión del corredor será de 11.3 kilómetros.

De acuerdo con la SICT, el “Proyecto Integral del Trolebús Ixtapaluca” contempla la realización del proyecto ejecutivo abarcando la totalidad de las disciplinas y especialidades requeridas, así como la ejecución de obra civil y obra electromecánica a lo largo del recorrido proyectado de la nueva línea.

El trazo de la ruta del Trolebús Ixtapaluca inicia en el entronque con la actual Línea 11 del Trolebús Santa Marta-Chalco y continúa sobre la antigua Autopista México-Puebla, también pasará por las avenidas Canal de Santa Bárbara y Hacienda Corralejo, hasta continuar por la Carretera Federal México-Puebla (Av. Cuauhtémoc), el trayecto llegará hasta el cruce con la Av. Paseo de San Buenaventura, donde está prevista la construcción de la estación terminal junto con un paradero de tres bahías consideradas para la integración y alimentación del transporte público de la región.

La intervención abarca una extensión aproximada de 10.10 kilómetros, divididos en seis sectores, con la propuesta de instalar 12 estaciones incluyendo la Terminal de San Buenaventura. El proyecto también prevé trabajos de adecuación para establecer la conexión con la Línea 11 del Trolebús Chalco-Santa Marta, así como el desarrollo de un paradero que garantice las bahías para el transporte local y facilitar la operación de las rutas de transporte público.

Dentro de las obras complementarias para la adecuada operación e integración del trazo de proyecto se ha considerado la construcción de un viaducto elevado (Puente Autopista), para la conexión con el tramo de la Autopista México Puebla, con el tramo de la Av. Santa Bárbara/Av. Hacienda Corralejo, la sección transversal del viaducto elevado.



Fuente: Representacion esquematica, imagen descargada de internet.

Figura 1. Proyecto de la línea de Trolebús

El Plan Integral de la Zona Oriente del Estado de México es una iniciativa del Gobierno Federal que tiene por objeto atender de manera integral la movilidad en esta parte de la zona Oriente. En este plan se cuenta con la participación directa del Gobierno Federal, el gobierno estatal y los municipios que lo integran, con una participación de forma tripartita de los cuales el Gobierno Federal aporta 60%, el gobierno del estado 30% y los municipios 10%.

Los municipios que se beneficiaran con estas acciones de gobierno son: Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ecatepec, Ixtapaluca, La Paz, Naucalpan, Nezahualcóyotl, Texcoco, Tlalnepantla y Valle de Chalco, con una población atendida: 10 millones de personas.

Objetivos del estudio

El estudio de tránsito tienen como propósito fundamental cuantificar los volúmenes de tránsito vehicular, peatonales y de ciclistas que se desplazan por el trazo del proyecto del trolebús, analizar la información recabada en campo atreves de los aforos, identificando el comportamiento del volumen de tránsito, así como, la composición y la variación horaria del tránsito, así como de predecir el comportamiento vehicular y peatonal para optimizar la infraestructura vial, mejorar la seguridad, reducir la congestión y planificar el desarrollo urbano sostenible. Permiten evaluar la eficiencia actual de las vialidades que conforman el trazo del proyecto, conociendo el desempeño operativo de las intersecciones atreves de la microsimulacion del trazo de la línea del trolebús que corre sobre los tramos de la Autopista México Puebla, las avenidas Canal de Santa Bárbara y Hacienda Corralejo, hasta continuar por la Carretera Federal México-Puebla (Av. Cuauhtémoc) y fundamentar los cambios a la infraestructura urbana para una adecuada movilidad de la región.
Propósitos y objetivos específicos:

- Medición de los volúmenes de tránsito que se desplazan por la zona, así como su caracterización, conociendo su composición su variación y los periodos de máxima demanda en el día, de igual manera es importante identificar la velocidad de desplazamiento del flujo de tránsito, así como las demoras y los factores que las producen a lo largo del trazo del proyecto, donde se incluye la movilidad peatonal y de ciclistas que hacen presencia dentro de la zona, siendo estos dos de los figuras principales que hacen uso de los espacios públicos y que tienen relevancia dentro de la operación de la red vial y que en muy pocas veces se toma en cuenta para la planeación o el ordenamiento de la vía pública e incluir la movilidad peatonal y ciclista, dentro de la movilidad, de forma que sean más seguras su convivencia con los otros modos de transporte.
- Evaluación de infraestructura, en cuanto a sus características físicas (número y ancho de carriles, señalamiento, estado físico de los pavimentos, estacionamiento en la vía pública, etc.), que intervienen directamente en la capacidad vial actual y definir si la oferta de la infraestructura vial es suficiente para atender la demanda existente.
- En cuanto a la Seguridad Vial, la revisión del señalamiento horizontal y vertical con inventarios físicos, para conocer las características y condiciones que guarda el señalamiento existente, tomando en cuenta los elementos y criterios necesarios de acuerdo a la normatividad, sobre la red vial primaria y calles locales de la zona, con el fin de reducir la accidentalidad y proteger a los usuarios.
- Atreves del modelo de simulación ayudara a comprender los efectos que las distintas medidas tienen sobre el volumen y el flujo de tránsito bajo las diferentes circunstancias analizadas. Con la simulación del tráfico crea una base sólida para la tomar decisiones acertadas buscando siempre económicas, de los distintos modos que del tránsito y que

la movilidad sea segura, sostenible, equitativa y adaptables a las circunstancias. En resumen, ayuda a crear una movilidad orientada al futuro.

Alcances del estudio

El enfoque que tendrá el presente estudio de tránsito, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en los términos de referencia para realizar El Estudio de Ingeniería de Tránsito y Microsimulacion, para evaluar la Línea del Trolebús en el municipio de Ixtapaluca en el estado de México es básicamente lo que a continuación se señala:

- Análisis de oferta, donde se desarrolla el proyecto de la red con las condiciones físicas y operativas actuales, además de características del entorno donde se ubica el proyecto.
- Análisis de demanda, donde se determinan las características de los volúmenes de tránsito vehicular, peatonal y de ciclistas en las zonas de influencia del proyecto.
- Determinar las capacidades y niveles de servicio de las vialidades que donde se desarrollara el proyecto, en las condiciones actuales de operación, así como de las intersecciones inmediatas al predio del proyecto, mediante el análisis de estudios de ingeniería de tránsito.
- Definir las características de desplazamiento vehicular dentro de la red vial primaria de la zona de estudio.
- Determinar el incremento vehicular en la red vial de la zona de estudio en relación con el crecimiento esperado a generarse por los usos del suelo de la empresa para medir sus impactos en el sistema vial en el horizonte de proyecto que en este caso será un horizonte de 5 años.

Con objeto de eliminar o reducir los impactos negativos que se presenten en las vías de acceso a la empresa, se plantean alternativas de solución vial que mejoren sus condiciones de operación y favorezcan una adecuada accesibilidad a la misma.

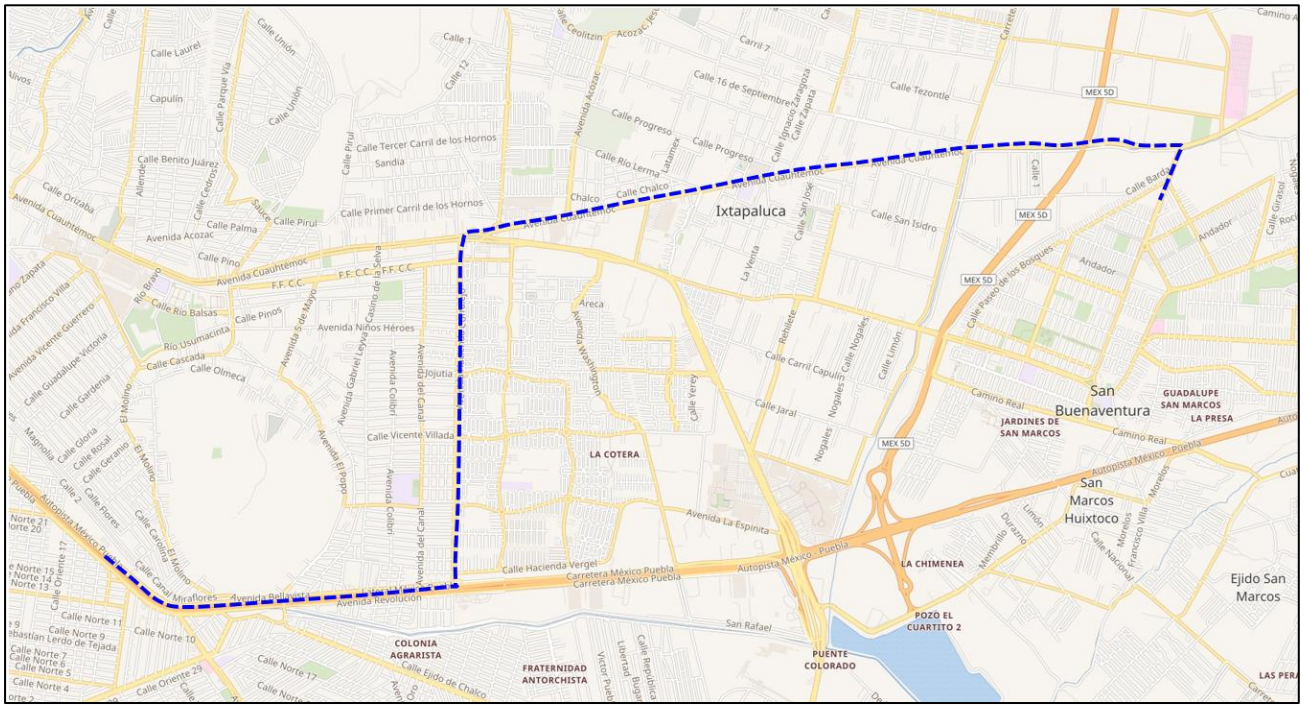
Descripción del proyecto del Trolebús Ixtapaluca.

El proyecto integral consiste en realizar el proyecto ejecutivo de todas las disciplinas y especialidades, la obra civil y obra electromecánica a lo largo del trazo de la línea del Trolebús Ixtapaluca, ejecución de los trabajos que comprenderán desde el entronque con la actual Línea 11 del Trolebús Sta. Marta-Chalco, continuando el trazo por la antigua Autopista México-Puebla, con Av. Sta. Bárbara y Av. Hda. Corralejo, hacia Carretera Federal México-Puebla, y al cruce con la Av. San Buenaventura donde se construirá la Estación Terminal y un paradero con tres bahías para el transporte público de la zona.

El área sobre la cual se realizará la obra tendrá una longitud aproximada de 10.10 km, los tramos se dividirán en 6 sectores con la propuesta de 12 estaciones tipo, incluyendo la estación Terminal en San Buenaventura, trabajos de adecuaciones para conexión con la

Línea 11 del Trolebús Chalco - Santa Marta y un paradero con las bahías necesarias en el espacio existente, para las rutas de transporte público.

El proyecto incluye los trabajos de adecuación en la zona de las gasas Norte y Sur que se encuentran en la Estación Terminal “Constitución de 1917” de la línea 10 del trolebús elevado.



Fuente: Trazo del proyecto.

Figura 2. Ubicación del trazo del proyecto.

I. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en el Estudio de Ingeniería de Tránsito y Microsimulacion para evaluar de la línea del Trolebús Ixtapaluca, consiste en cuatro pasos, los cuales se aplicaron en el orden siguiente:

1. Estudios Preliminares.

Observación: Se visitó la zona donde se localiza el predio del proyecto y se hicieron recorridos en vehículo por las vías primarias y secundarias, observando la estructura urbana y el sistema vial, así como las condiciones operativas que se presentan en materia de vialidad y transporte.

Delimitación del Área de Estudio: A través de los recorridos hechos en la zona, se identificaron preliminarmente los elementos de oferta y demanda existentes en el área de estudio donde se ubica el impacto vial directo del trazo de la línea del trolebús Ixtapaluca; delimitando de esta manera el área de estudio, con lo cual se determinan el alcance y la ubicación de los trabajos de campo que se aplicaron posteriormente.

Valoración del Entorno: Se revisó el área de estudio para detectar la existencia de elementos ajenos a la estructura vial (barreras naturales y/o artificiales), tales como: ríos, pendientes altas, canales, vías de ferrocarril, puentes en construcción, etc., que pudieran influir sobre la operación de la red vial, y valorar el grado de afectación a la accesibilidad u operación del proyecto involucrado.

2. Acopio de Información.

Se obtuvo información en función de las necesidades del estudio, tanto documental como de inventarios de vialidad y de transporte público, y se realizaron estudios operativos de tránsito; conforme al desglose siguiente.

Información Documental: Investigación sobre referencias oficiales en las que se identifiquen las condiciones socioeconómicas y de desarrollo, así como proyectos que las autoridades municipales tenga considerados realizar. Enciclopedia del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, página web oficial, Resultados del Censo General de Población y Vivienda, 2010 y 2020, además de la encuesta Intercensal 2015. INEGI, Proyecciones de la población de México, de las entidades federativas, de los municipios y de las localidades 2005-2050 Consejo Nacional de Población y Cuaderno Estadístico, entre otros.

Inventarios: Se realizaron inventarios en el Área de Estudio, identificando el uso de suelo, los sentidos de circulación, el señalamiento horizontal y vertical, secciones transversales en las intersecciones aforadas, rutas y paradas de transporte público, tipos y estado físico del

pavimento, estacionamiento en la vía pública, velocidades permitidas y una memoria fotográfica.

Estudios Operacionales: Se realizó el levantamiento de la estación maestra de aforo automático, además de aforos direccionales, peatonales y de ciclistas; en las intersecciones que cuenten con semáforos; se tomaran los ciclos y fases.

Procesamiento de Información: Se capturó digitalmente la información recolectada en campo y se preparó en formatos adecuados para su interpretación y análisis.

3. Diagnóstico – Pronóstico.

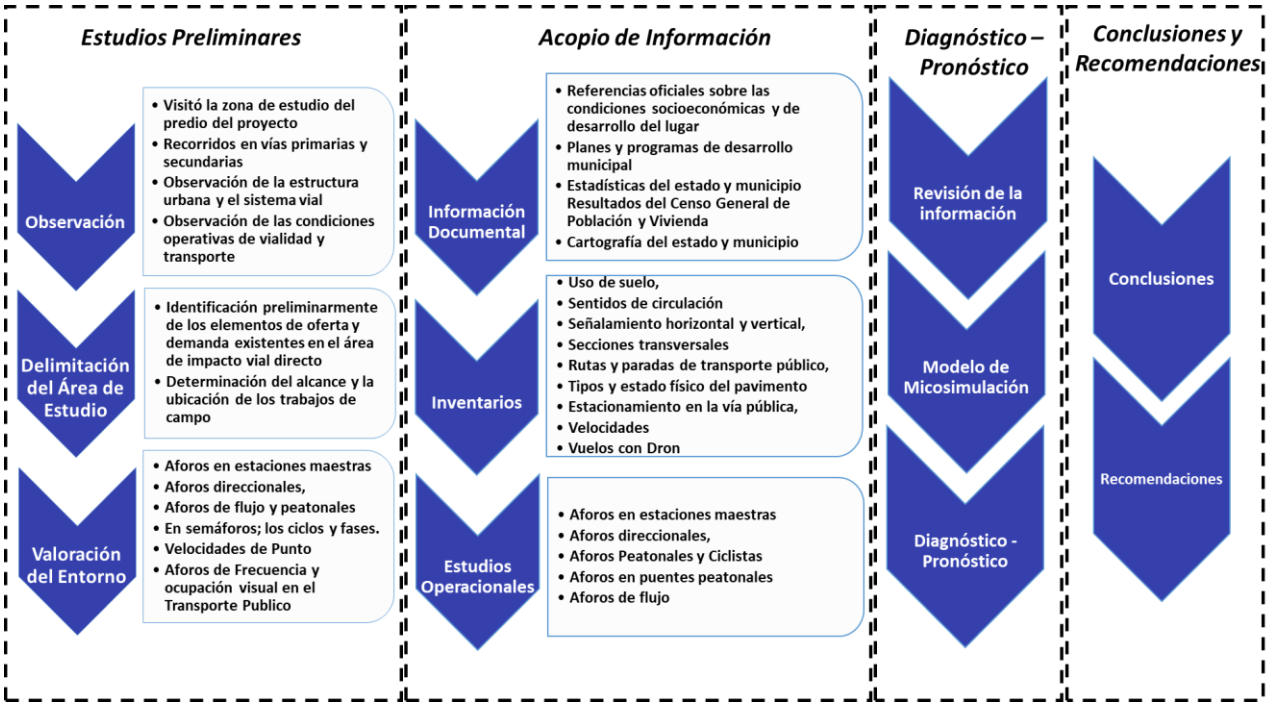
Revisión de la información: De la información procesada se obtuvieron valores cuantitativos y cualitativos, los cuales se integraron para caracterizar y evaluar la relación oferta – demanda vial, existente en el área de estudio.

Diagnóstico -Pronóstico: Se describe el estado actual que guarda la vialidad y el tránsito vehicular en el área de impacto del proyecto, a través de la congestión vehicular, resultado del tránsito en constante incremento en el municipio de Ixtapaluca se encuentra en crecimiento, como parte de la megalópolis de la Ciudad de México, se ha convertido en un problema de carácter social, agravado tanto por la carencia de alternativas de vías urbanas como por la falta de señalización. El presente estudio tiene como objetivo analizar el Nivel de Servicio en los flujos vehiculares de las intersecciones urbanas que se encuentran sobre el trazo del proyecto de la Linea del Trolebus Ixtapaluca mediante la microsimulación utilizando el software Synchro Trafficware, para el cual, se realizaron aforos vehiculares en la zona durante un día entre semana, con una duración de 9 horas repartidas en tres periodos (de 06:00 a 09:00, de 12:00 a 15:00 y de 17:00 a 20:00). Posteriormente, se procesó y se llevó a cabo la microsimulación en un escenario actual y un escenario futuro de las intersecciones. Después se agrega el proyecto, cabe destacar que se ha tomado como premisas que la vialidad se conservará sin modificaciones importantes y que la tasa de crecimiento anual de la población y/o vehicular será constante; se proyecta el tránsito actual al mediano plazo (5 y a 10 años).

4. Conclusiones

Conclusiones: Las relativas al impacto vial que el proyecto generará en la zona de estudio y, otras referentes a problemas generales o específicos observados en el Diagnóstico.

Recomendaciones. Son las Medidas de Mitigación que describen las acciones recomendadas a ejecutar para mitigar el impacto vial generado por el proyecto, y que son acordes a las necesidades esperadas.



Fuente: Elaboracion Propia.

Figura 3. Metodología del estudio de tránsito.

II. ACOPIO DE INFORMACIÓN

La información documental, los inventarios de vialidad y de transporte, y los estudios operativos descritos en este capítulo, son el apoyo del diagnóstico – pronóstico.

Durante el recorrido realizado en la visita previa a la zona de estudio donde se ubica el trazo de la línea del trolebús Ixtapaluca, en el municipio de Ixtapaluca, se observó que el trazo se encuentra integrado a la red vial sobre las vialidades que corren sobre los tramos de la Autopista México Puebla, las avenidas Canal de Santa Bárbara y Hacienda Corralejo, hasta la Carretera Federal México-Puebla (Av. Cuauhtémoc) comunicando la parte oriente con el centro y la parte poniente a través de la Av. Cuauhtémoc en esta parte del municipio, siendo esta vialidad la más importantes y única vialidad clasificada como vialidad primaria en el Plan de Desarrollo Municipal.

La zona de estudio presenta una estructura urbana lineal con traza que crese de forma orgánica a partir de una arteria principal como lo es la Av. Cuauhtémoc, que recorre la zona urbana de oriente a poniente y es la segunda articulación en importancia con la ZMVM, se convierte en la Carretera Federal MEX-190 México Puebla, siendo el eje principal de la cabecera municipal, en ella convergen las vialidades que conectan a los pueblos originales de Tlalpizáhuac, Ayotla Tlapacoya e Ixtapaluca, mismos que junto con las colonias, conjuntos urbanos y fraccionamientos que se desarrollaron, unos de manera irregular y otro formalmente, conforman el principal tejido urbano del municipio de Ixtapaluca.

En la zona oriente del municipio, siguiendo por la carretera libre México Puebla continua el tejido urbano hasta las colonias Jorge Jiménez Cantú, Teponaxtle, La Cañada y Zoquiapan y al sur el Conjunto Urbano Cuatro Vientos; en su extremo oriente conecta con la colonia Manuel Ávila Camacho y con la localidad de Río Frio, los cuales son los asentamientos más elevados del municipio, situándose a 2,900 msnm.

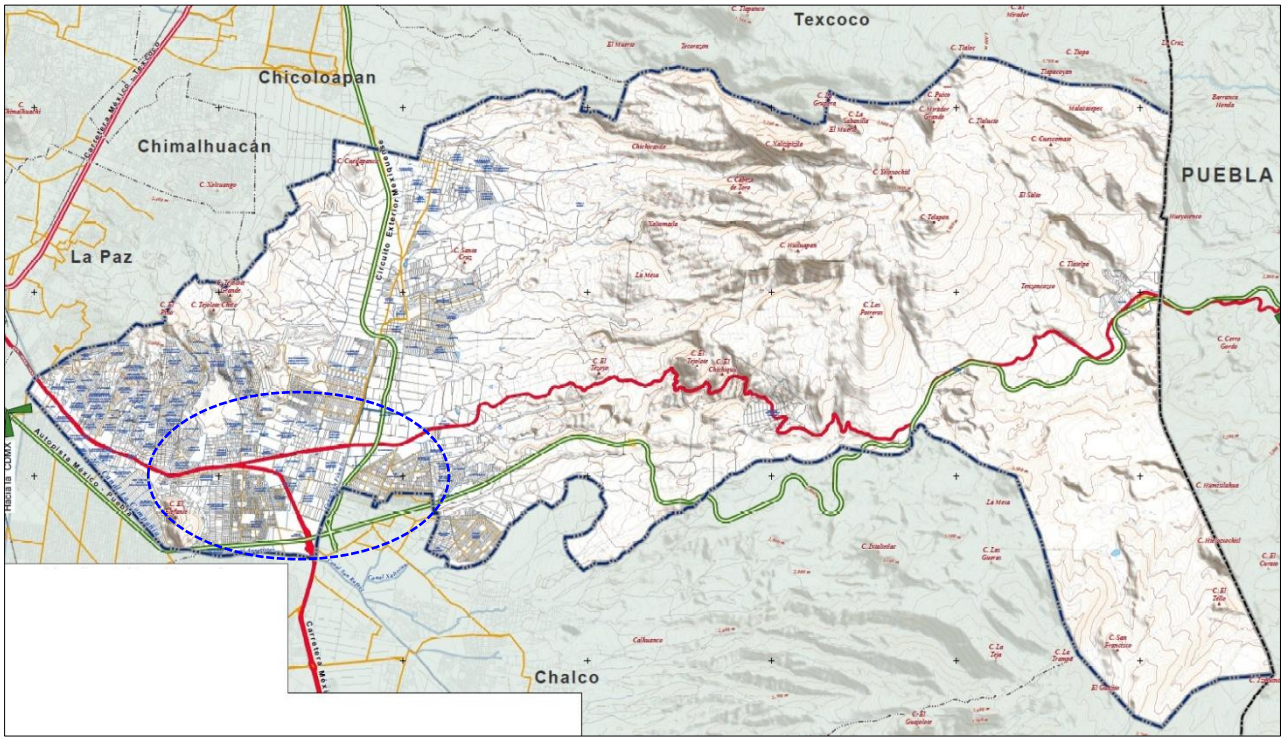
Por su parte, la carretera San Vicente Chicoloapan-Ixtapaluca comunica a la cabecera municipal con las localidades originarias de San Francisco y Coatepec la cual en poco tiempo se conurbará físicamente, ante el acelerado crecimiento de asentamientos irregulares.

Finalmente, la autopista México Puebla (150D) comunica a la comunidad de Río Frío y en general al municipio con el oriente del país.

Las demás vialidades urbanas, son de tipo secundario y local y tienen la característica de carecer de continuidad vial, toda vez que la estructura vial del municipio se desarrolló a partir de las vialidades regionales que tenían como propósito el comunicar a la Ciudad de México con las regiones sur y oriente del país, pero no para integrar a los diferentes elementos de la zona urbana del municipio.

Esta situación crea enormes dificultades para la movilidad urbana, toda vez que los grandes desarrollos como San Buenaventura, Cuatro Vientos, etc., así como los desarrollos irregulares, confluyen en dichas vialidades regionales que originalmente eran de dos

carriles, uno por cada sentido, con un derecho de vía que en ocasiones no ha sido respetado y por lo tanto no permite su ampliación. De ahí que vialidades y cruceros entre dichas vialidades frecuentemente estén saturados o colapsados por la intensidad del tránsito vehicular, incluyendo a las rutas de transporte público.



Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Municipal Ixtapaluca.

Figura 4. Ubicación regional del trazo del proyecto de la línea del Trolebús en el municipio de Ixtapaluca.



Fuente: Mapas de internet del Estado de México.

Figura 5. Ubicación del municipio de Ixtapaluca en el Estado de México.

Durante el recorrido por la zona de estudio, se realizó una inspección visual en el sitio donde se ubica el Trazo del proyecto y se observó una presencia de vehículos de transporte de carga desplazándose sobre la Av. Cuauhtémoc, dentro de la composición de la corriente del tránsito vehicular, cabe señalar que este tipo de transporte se observa circulando mayormente sobre la Autopista Federal MEX-150D México – Puebla, vialidades que se encuentra en la parte sur y que pertenecen al municipio, ya que estos viajes no tienen como destino la zona de estudio, y solo van de paso hacia otros lugares de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, en cuanto al transporte de público de pasajeros se observó la presencia de un volumen importante de vehículos de este modo de transporte que atiende distintas rutas en el municipio y que circulan sobre la Av. Cuauhtémoc, para desplazar a los usuarios de este tipo de transporte a diferentes destinos dentro de la Ciudad de México que en la parte poniente de esta avenida se integra al CETRAM de La Paz y la terminal de la línea A del metro.

Dentro del estudio preliminar del entorno se revisaron los elementos ajenos a la estructura vial como canales, ríos, puentes, pendientes altas, etc.; que al influir en forma importante o determinante sobre la operación del tránsito vehicular que hace uso de la red vial de la zona de estudio pudieran afectar la accesibilidad del proyecto involucrado. Al respecto, se observa que la traza urbana de estudio está definida de forma lineal que se ha desarrollado a partir de la vialidad principal de la Av. Cuauhtémoc permitiendo con ello que se dé una movilidad compleja en la región, debido a que esta es la única vialidad primaria que atraviesa el municipio de oriente a poniente, aunado a que esta vialidad presenta variaciones importantes en el ancho de sección y en el número de carriles a lo largo de su trazo, considerando que representa una barrera física que obstruyan su continuidad hacía en ambas direcciones en la zona de estudio. A partir de la premisa antes expuesta, se plantea la ubicación de los puntos para el levantamiento de información de campo de forma estratégicos considerando la posible ubicación de las estaciones y la importancia del volumen que se desplaza por las vialidades con las que se cruza en el trazo.

II.1. Información Documental.

La información más relevante obtenida de la investigación documental, se detalla en el capítulo 3. Diagnóstico-Pronóstico, siendo consultadas las principales fuentes de información, las que se en listan a continuación:

- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ixtapaluca 2025 - 2027,
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ixtapaluca 2019 - 2021.
- Enciclopedia de los Municipios de México. INAFED.
- Información de la página web oficial del Municipio de Ixtapaluca.
- Resultados del Censo General de Población y Vivienda, 2010. INEGI.
- Informe Anual Sobre La Situación de Pobreza y Rezago Social del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social,
- Proyecciones de la población de México, de las entidades federativas, de los municipios y de las localidades 2005-2050. Consejo Nacional de Población.
- Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD), INEGI
- Indicadores Demográficos y Socioeconómicos 2010, Consejo Estatal de Población
- Cuaderno Estadístico del Municipio de Ixtapaluca, del INEGI. CNNC.
- Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago 2010", para el Municipio de La Paz, la cual fue publicada por el CONEVAL Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, de la SEDESOL Secretaria de Desarrollo Social.
- Prontuario de información geográfica municipal de los Estados, de Estado de México, México.
- Cuaderno estadístico 2015, Estado de México.
- Información Económica y Estatal, Estado de México, Secretaria de Economía. Anuario Estadístico y Geográfico 2015 del Municipio de Ixtapaluca, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México): INEGI, c2015.

Inventarios de Vialidad y Transporte.

La información recopilada directamente en campo es relativa a aquellos elementos viales y de transporte que permanece constante por períodos de tiempo amplios, ya que estos sólo varían por mejoras o modificaciones decididas o permitidas por autoridades competentes; y consiste en:

Uso del Suelo: Observados mediante recorridos en vehículo por la zona de estudio y registrados en imágenes fotográficas, a fin de determinar si algunos usos de suelo inciden de manera importante en la problemática vial de la zona.

Secciones y Sentidos de Circulación: De las vialidades incluidas dentro de un área de influencia del trazo del proyecto y considerando el centro de la línea del trazo del proyecto. Se registran los sentidos de circulación establecidos por señalamiento horizontal o vertical y en su caso por la circulación del tránsito vehicular. En calles donde no se encuentra ningún

tipo de señalamiento, se considera de doble sentido porque así se observó, además, se obtuvieron las secciones de las vialidades, número de carriles, estado de la superficie de rodamiento, y las características principales de las instalaciones más importantes. La información obtenida será uno de los insumos necesarios en la Microsimulacion de donde se definirá la calidad de la operación del tránsito vehicular que se desplaza sobre el trazo del proyecto, a través de los análisis de capacidad de los cruceros en estudio.

Estacionamiento en la vía pública de los tramos viales que colindan con el predio del proyecto. Se identificaron las condiciones del estacionamiento sobre la vialidad, determinando si el estacionamiento es libre, está restringido mediante una prohibición expresa con señalamiento, o bien que aun estando prohibido se esté presentando el estacionamiento. Este inventario abarca el corredor Av. Cuauhtémoc - Av. Canal de Santa Barbara - Autopista México-Puebla.

Inventario de dispositivos de control de tránsito.

Se realizo una investigación sobre los semáforos que existen a lo largo del trazo del corredor de la Autopista México-Puebla, con Av. Sta. Bárbara y Av. Hda. Corralejo, tomando la Carretera Federal México-Puebla, hasta el cruce con la Av. San Buenaventura, de donde se tomaron el tiempo de los ciclos, la distribución del reparto de los tiempos en las fases de los accesos de las intersecciones, que cuentan con este dispositivo y con los que están operando actualmente estos semáforos ubicados sobre el corredor de estudio.

Inventario de rutas.
Con el propósito de conocer la movilidad del sistema en materia de Transporte Público Urbano en la zona de estudio se realizará el inventario de las rutas de transporte que circulan en el tramo del trazo de la línea del proyecto del trolebús, de donde se obtuvo información acerca de las rutas de transporte, asociación a la que pertenecen, tipo de unidades, etc. Etc. Esta información se presenta de forma detallada en los capítulos siguientes.

Inventario de bases del transporte público y sitios de taxis en el corredor.

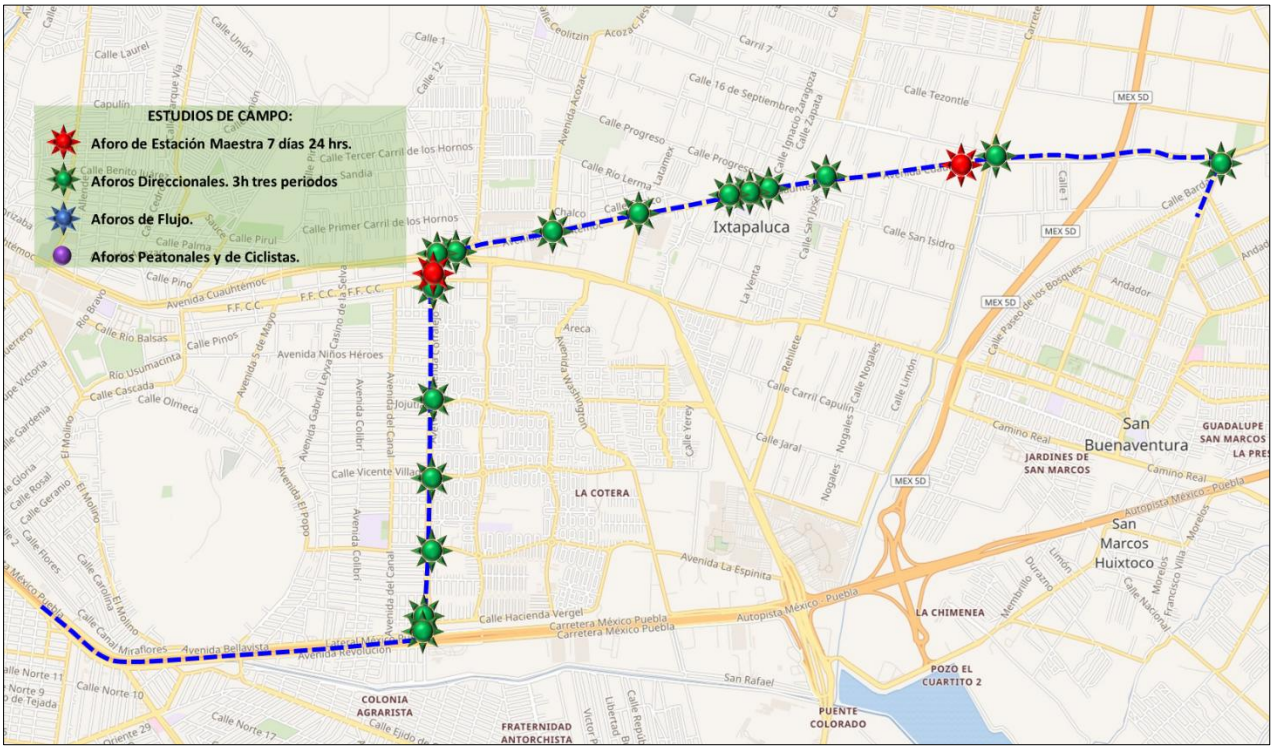
Se identificaron los puntos sobre el corredor de la de la Autopista México-Puebla, con Av. Sta. Bárbara y Av. Hda. Corralejo, tomando la Carretera Federal México-Puebla, los sitios en donde hacen base, para el inicio y terminación del itinerario de la ruta y normalmente realizan maniobras de ascenso y descenso las unidades de transporte público, de igual forma se buscó la existencia de los sitios de taxis, con el fin de analizar en la injerencia e impacto que estas tienen sobre la operación del tránsito del corredor y evaluar las posibilidades de reubicación. Esta identificación se realizó conjuntamente con la investigación de campo que se realizará en este estudio.

Señalamiento horizontal y vertical: En la zona de estudio se identificaron los tipos de señalamiento horizontal y vertical, su ubicación por tramo vial, su estado físico y sus características normativas; de acuerdo con el “Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras” de la SICT. También se registraron los obstáculos en la superficie de rodamiento.

Fotografías: Se tomaron fotografías a las vías que forman cada crucero aforado, a tramos viales aforados, al señalamiento horizontal y vertical, al tipo de viviendas de la zona y, el trazo del proyecto.

II.3 Estudios Operacionales.

La información recopilada en campo, relativa a la demanda vial; cuyos elementos varían continuamente bajo determinada tendencia. La figura 3, describe los estudios operativos aplicados, indicando su ubicación y la duración de cada estudio.



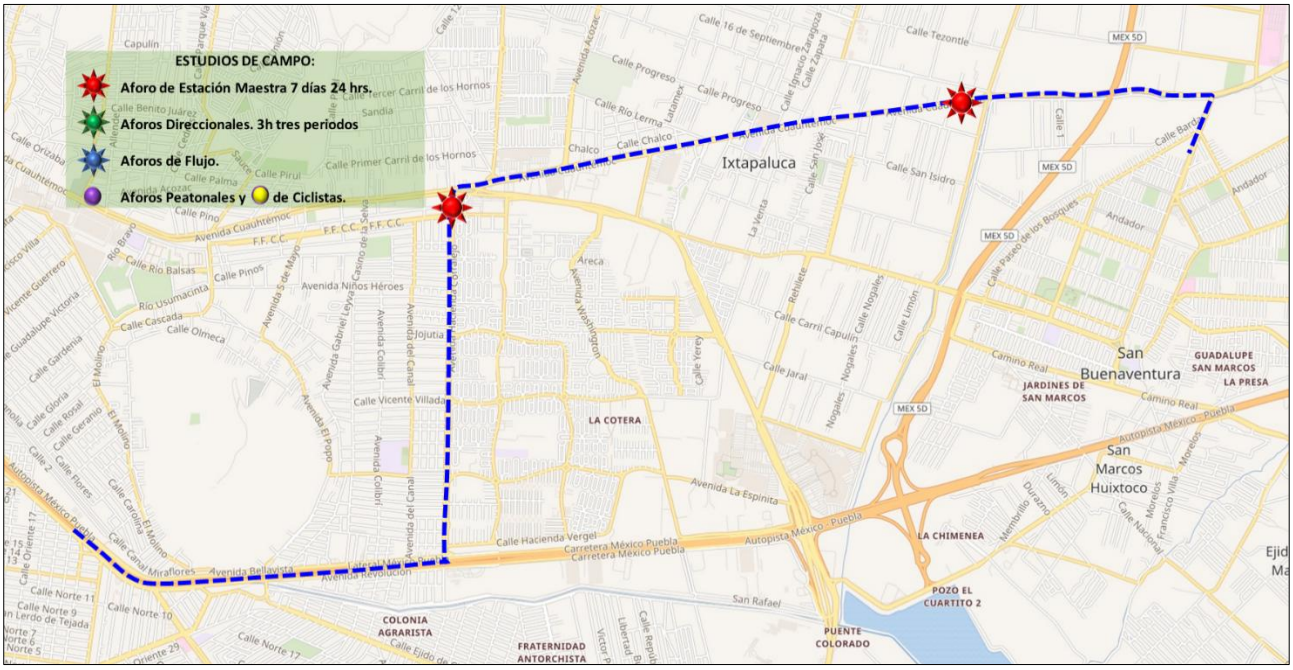
Fuente: Elavoracion propia apartir de lainformacion del trazo y de los alcances del proyecto.

Figura 6. Ubicación de aforos e Inventarios viales

Estación Maestra: Esta es una muestra amplia y representativa del flujo vehicular que circula por el trazo de la Av. Cuauhtémoc y la Av. Sta. Bárbara - Av. Hda. Corralejo, estas son dos de las vialidades importantes que da movilidad en ambos sentidos de circulación dentro de la zona de estudio; a partir de esta muestra se obtiene información básica sobre la variación horaria del flujo vehicular, la composición del tránsito vehicular por tipo de vehículo; así como los horarios de máxima demanda que prevalecen a lo largo del día, los cuales son indicadores para realizar otros estudios de tránsito.

Este estudio se realizó por 7 días 24 horas del día domingo 8 al sábado 14 de Marzo del año en curso, durante 24 horas, de las 00:00 hasta las 24:00 horas, con cortes a cada 15 minutos, disgregando el volumen vehicular por sentido de circulación y por tipo de vehículo, estas estaciones se instalaron en:

- En la Av. Cuauhtémoc entre la carretera México Puebla - San Vicente y la calle Serafín Hernández
- En la Av. Sta. Bárbara - Av. Hda. Corralejo entre la Av. Cuauhtémoc y la calle Ferrocarril.



Fuente: Elavoracion propia apartir de lainformacion del trazo y de los alcances del proyecto.

Figura 7. Ubicación de las Estaciones Maestras.

En la estación maestra se determinó la composición vehicular en circulación, agrupando todos los tipos de vehículos bajo tres categorías: Motos, Autos, Autobuses, Camión de Carga.

- (M) Motocicletas y similares.
- (A) Vehículos Ligeros como: Automóviles, camionetas tipo Sedan, Vagoneta, Combi, Jeep, Pick Up, Van, Ram, Suburban, Taxi, Motocicleta, y similares.
- (B) Vehículos de Transporte Público. Todas las unidades destinadas al Transporte público Urbano; como Autobuses, Microbuses, Combis, Vans, etc.
- (C) Vehículos de Transporte de Carga. Camiones de 2 y 3 ejes (C2, y C3), trailers con remolque, (T2S1, T2S2, T3S2, T3S3, T3S3R2, Etc.), pipas, tractores y maquinaria; además, camionetas blindadas de valores.



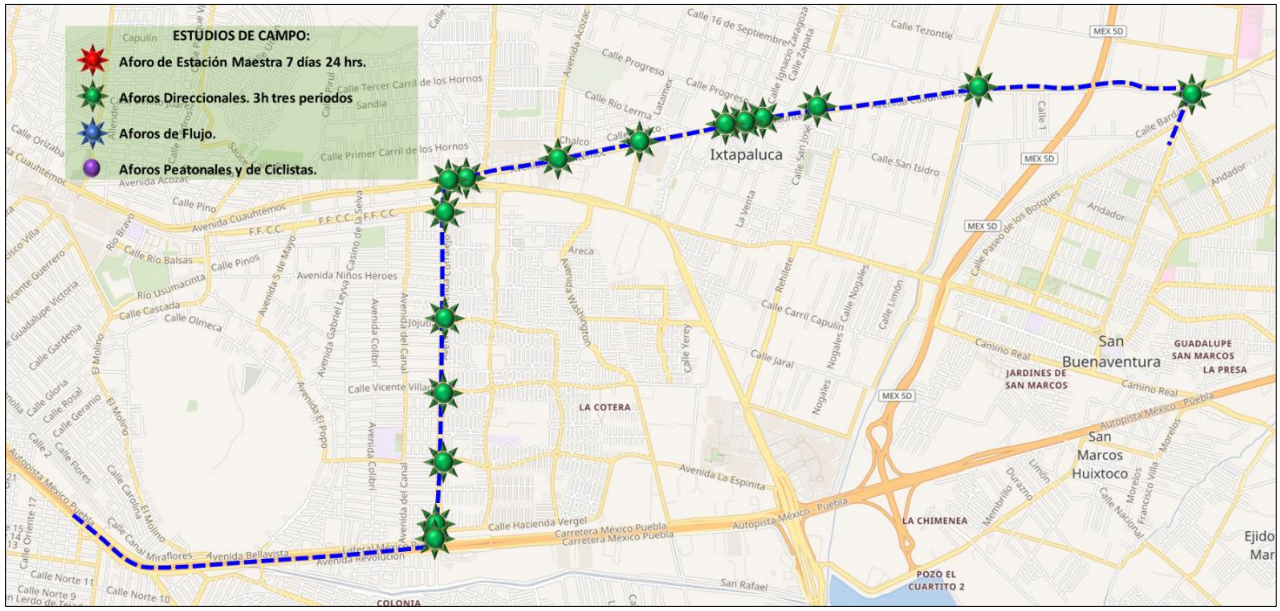
Fuente: Elavoracion propia apartir de la informacion de la instalacion de los equipos de conteo.

Figura 8. Instalación de las estaciones maestras sobre el trazo del proyecto, en la Av. Cuauhtémoc y Av. Hacienda Corralejo.

Aforos Direccionales: Detallan las características de los flujos vehiculares que convergen en cada intersección estudiada, durante las horas de mayor demanda vehicular. Estos cruceros se aforaron durante los tres períodos pico (mañana de 06:00 a 09:00, medio día de las 12:00 a las 15:00 y por la tarde de las 17:00 a las 20:00 hrs.) con una duración de tres horas, en un día hábil. La composición vehicular de los aforos direccionales se define agrupando al igual que la estación maestra de Bicicletas (con el uso de Casco y sin Casco), Motocicletas, Autos, Autobuses, Camión de Carga de 2 y 3 ejes (C2 y C3), trailers con remolque, (T2S1, T2S2, T3S2, T3S3, T3S3R2, Etc.). Se aforan las intersecciones más importantes y/o representativas dentro de la zona de estudio.

- Carretera Federal México- Puebla y Av. Paseo de San Buenaventura.
- Av. Cuauhtémoc y el cruce con la carretera México Puebla - San Vicente.
- Av. Cuauhtémoc y Calle Francisco Villa.
- Av. Cuauhtémoc y la calle Ignacio zaragoza.
- Av. Cuauhtémoc y Calle Hidalgo.

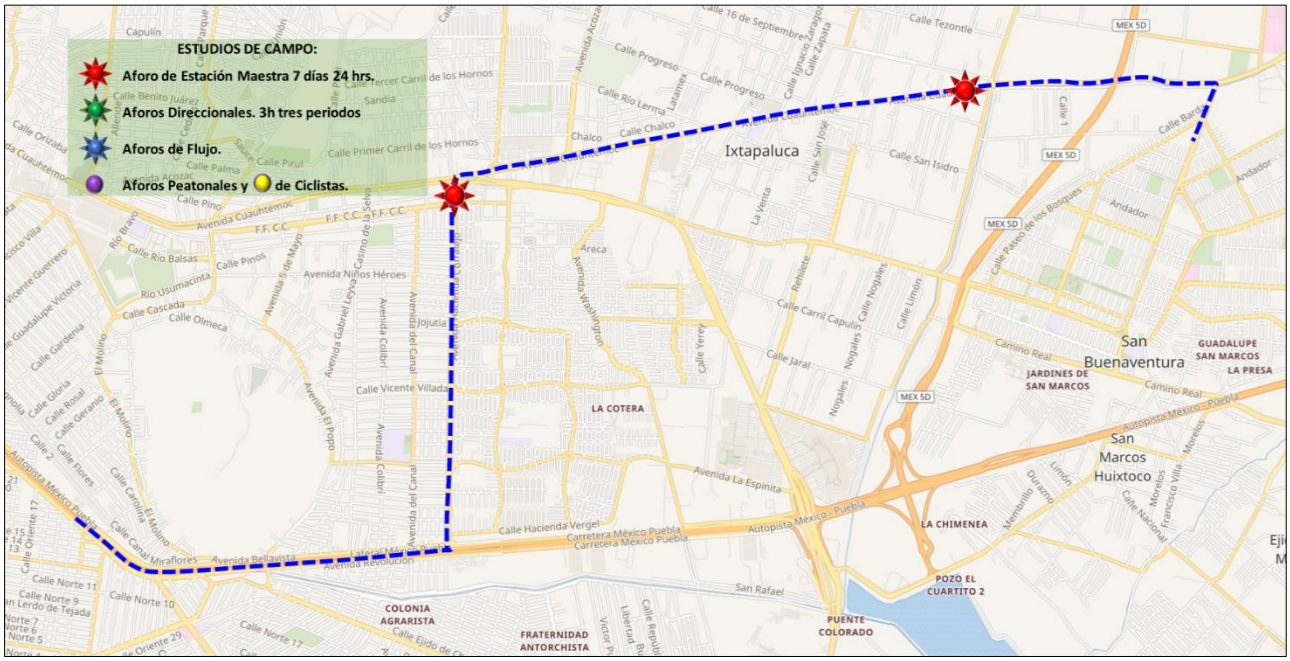
- Av. Cuauhtémoc y la calle Benito Juárez.
- Av. Cuauhtémoc y Calle Vigilantes.
- Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac.
- Av. Cuauhtémoc y Carretera Federal México - Cuautla.
- Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara.
- Av. Canal de Santa Barbara y Ferrocarril.
- Av. Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua.
- Av. Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaíso.
- Av. Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda el Vergel
- Lateral Autopista México - Puebla.



Fuente: Elavoracion propia apartir de lainformacion del trazo y de los alcances del proyecto.

Figura 9. Ubicación de los puntos de Aforo Direccional.

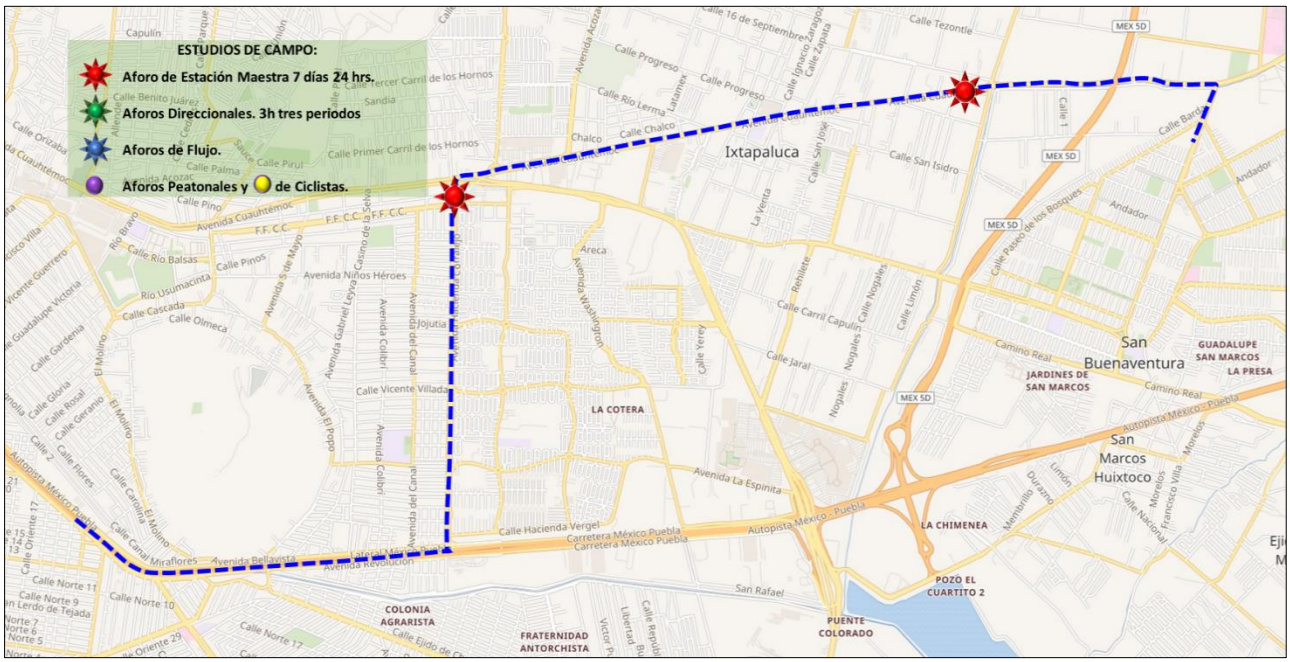
Aforos de Flujo: Contabilizan por sentido de circulación, los volúmenes vehiculares en tramos viales de carácter secundario; lo que complementa la información de demanda vehicular obtenida en los aforos direccionales, entre nodos viales, en ellos se registran los flujos vehiculares, durante tres periodos con duración de tres horas identificando la hora de máxima demanda en cada periodo.



Fuente: Elavoracion propia apartir de lainformacion del trazo y de los alcances del proyecto.

Figura 10. Ubicación de los puntos de Aforo de flujo.

Aforos Peatonales y de ciclistas: Cuantifican el número de personas que a pie se desplazan en intersecciones representativas, cruzando los arroyos de circulación, durante una hora dentro de un período pico (1 hr).



Fuente: Elavoracion propia apartir de lainformacion del trazo y de los alcances del proyecto.

Figura 11. Ubicación de los puntos de Aforo de flujo.

Tiempos de recorrido y demoras en intersecciones: En la zona de estudio se observó la velocidad que se desarrollan, se realizó el estudio de velocidades de recorrido en el trazo de la Av. Cuauhtémoc y la Av. Sta. Bárbara - Av. Hda. Corralejo, en donde se tiene planeado el trazo de la nueva línea del trolebús Ixtapaluca, por donde actualmente se desplaza mayormente la circulación del tránsito vehicular, con el fin de conocer los tiempos de traslado empleados por los residentes de esta parte del municipio para llegar a sus destinos dentro de la zona en estudio.

En este estudio se identificaron las principales causas físicas y operativas de las demoras y los sitios en donde se presentan. El método a utilizar fue por medio del vehículo flotante. Se realizaron dos recorridos en los tres periodos de máxima demanda en el día típico entre semana (de martes a jueves) y otro en fin de semana (de sábado a domingo), de donde se obtendrá un promedio significativo de las velocidades de operación.

III. DIAGNÓSTICO - PRONÓSTICO

En este capítulo se describe la situación actual de la vialidad en el área de estudio; así como su proyección a escenarios con cambios en la demanda de tránsito; inducidos por el crecimiento natural del tránsito y/o por la atracción generada por el proyecto.

La eficiencia operativa actual del sistema vial se determina en el diagnóstico (sin proyecto); y la eficacia operativa del sistema vial con cambios en el tránsito, por su crecimiento a través del tiempo situación futura (con o sin proyecto), se determina dentro del pronóstico.

Comparando los diferentes escenarios; con y sin proyecto, de la situación actual y futura; se determina el grado de impacto vial que el proyecto, tendrá sobre el sistema vial de la zona de estudio.

III.1 Entorno Regional.

Para poner en contexto la situación de este proyecto el primer paso será la ubicación del trazo del corredor vial sobre los tramos de la Autopista México Puebla, las avenidas Canal de Santa Bárbara – Av. Hacienda Corralejo, hasta la Carretera Federal México-Puebla (Av. Cuauhtémoc), en su entorno regional del municipio y tener una idea clara y completa de la situación que este guarda dentro de la zona, es por ello que a continuación se hace una descripción de las características geográficas, demográficas y de la estructura vial del lugar.

El trazo del proyecto de la línea del Trolebus Ixtapaluca se encuentra en la parte poniente de la cabecera municipal de Ixtapaluca y al oriente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Los privilegios de la ubicación dentro del municipio han permitido que, aun hoy, el estado sea identificado como uno de los más atractivos para la inversión de capital y consecuentemente sede de grandes consorcios de México y el mundo.

III.1.1 Ubicación Geográfica.

El estado de México, pertenece a la mesorregión Centro-País[1] de la República Mexicana, integrada por los estados de Ciudad de México, Hidalgo, Morelos, Puebla, Tlaxcala y Querétaro.

Es la primera región más poblada del país, la mesorregión Centro-País. Cuenta con una extensión territorial aproximada de 99,471 km^2 y cuenta con casi el 33% de la población mexicana.

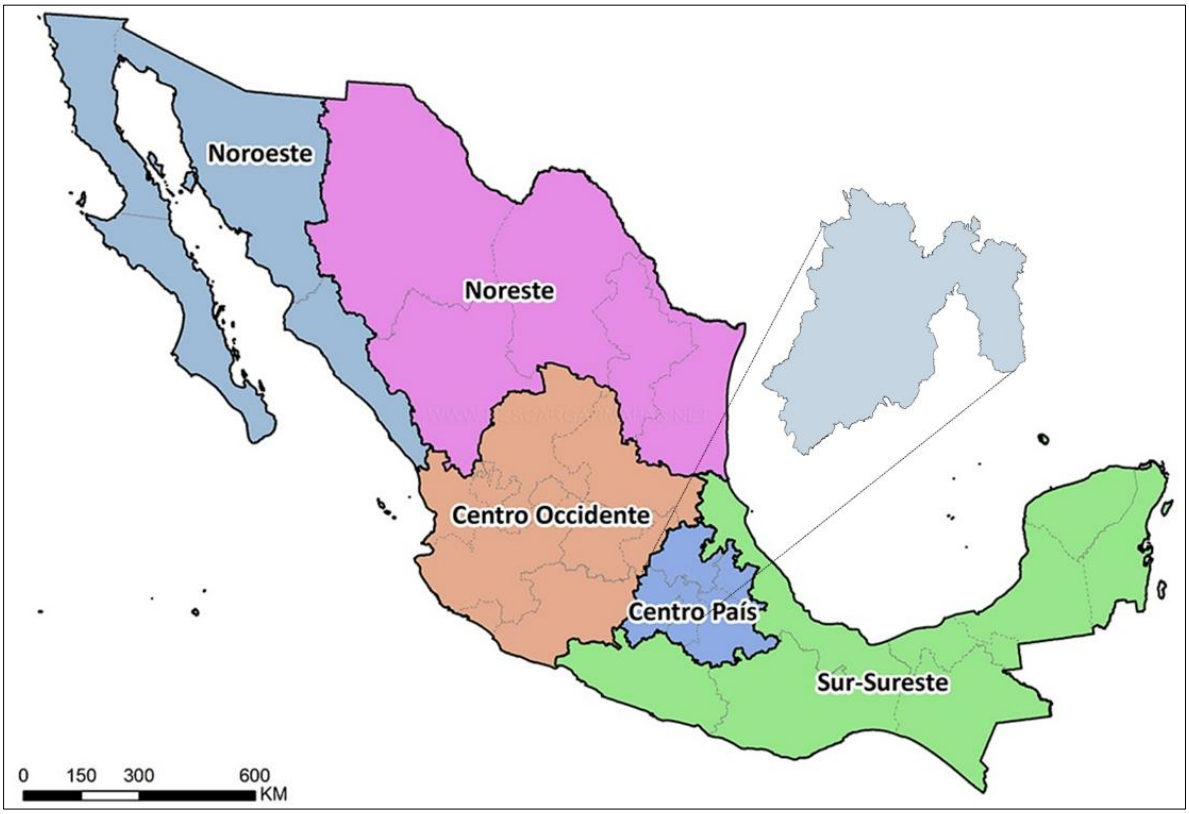
Como su nombre lo dice, a esta región se le considera desde hace muchos años el centro del país, ya que en ella se concentra la mayor parte de la actividad política, cultural y económica de México.

Se considera que la región central es la más pequeña de todas en cuanto a superficie, ya que la Ciudad de México, Tlaxcala y Morelos son de las entidades que tienen menor extensión a nivel nacional.

El relieve que caracteriza a esta zona es el montañoso, aunque cuenta con extensos valles como el de Toluca y otras áreas de llanos; su clima es principalmente templado y cuenta con varios ríos que junto con las presas que se han construido, riegan algunas áreas fértiles de la región, Es importante mencionar que, erróneamente, a la cuenca de México se le llama Valle de México, por lo que al hablar al inicio de este párrafo de los extensos valles que se ubican en la zona, no se le incluyó. El hecho de ser una enorme porción de terreno plano permitió (junto con otros factores) que en ella se estableciera la gran Ciudad de México.

Veamos en el siguiente cuadro las principales características del medio natural que presenta la región central.

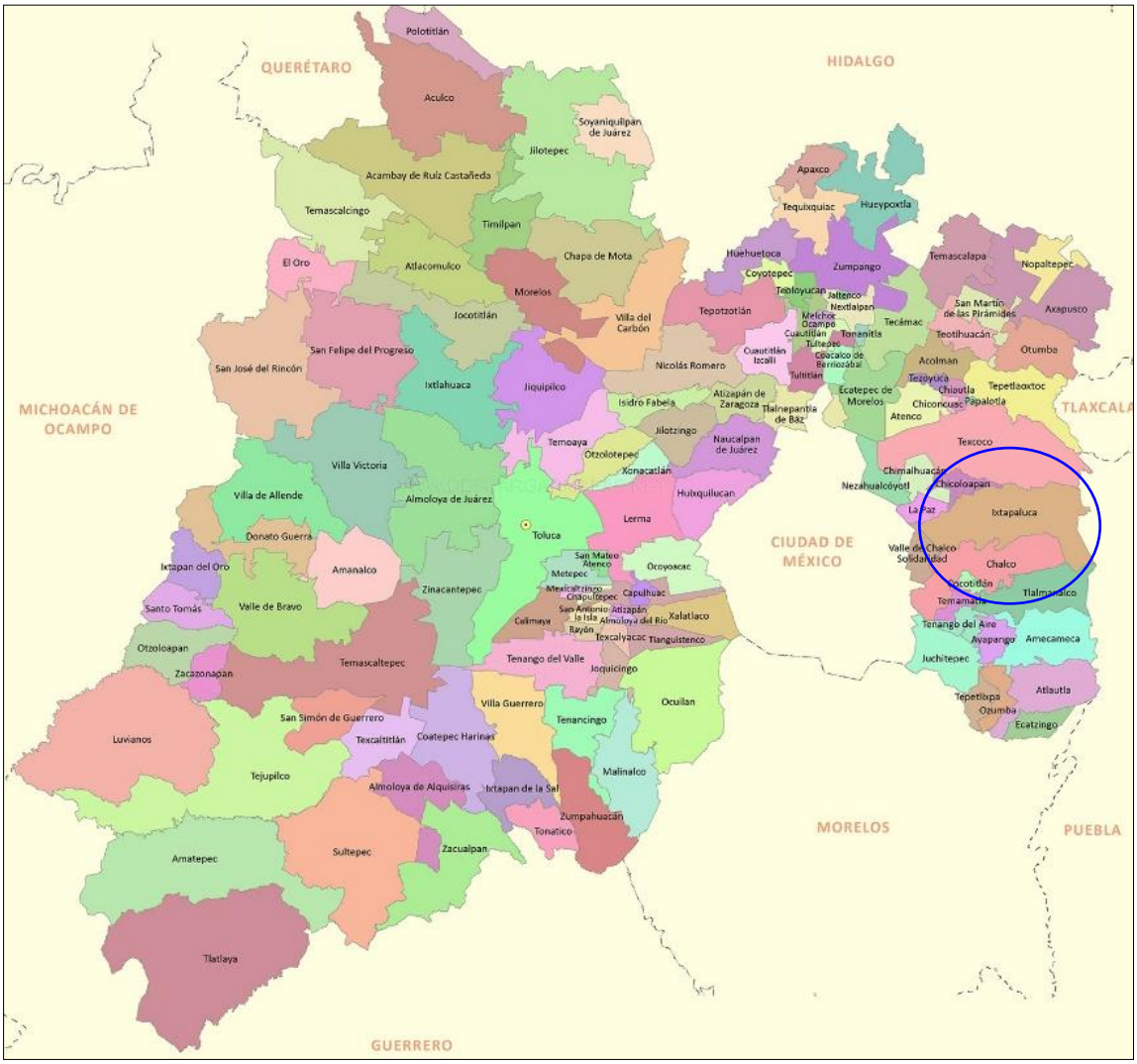
[1] El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 definió a las mesorregiones como unidades base para el desarrollo regional en México; las mesorregiones establecidas son: Noroeste, Noreste, Centro-País, Centro Occidente y Sur-Sureste. En el presente documento, refiere indistintamente a región y mesorregión Sur-Sureste.



Fuente: Mapas de mesorregiones de México.

Figura 12. Ubicación del Estado de México en la Mesorregión Centro-País.

En la región viven aproximadamente 34’894,000 personas; como se puede ver, ésta es la zona más poblada de todas. En ella se localizan las 2 entidades que registran mayor población a nivel nacional: el Distrito Federal que tiene 8’484,000 habitantes y el Estado de México, que cuenta con 11’705,000 pobladores. Por todo lo anterior podemos deducir que la densidad de población de la zona también es alta, cerca de 268 habitantes por km^2, sin embargo, esta densidad no es igual en toda la región, por ejemplo, en el D. F. es de 5,660 habitantes por km^2; en el Estado de México de 545, y en Hidalgo de 101 habitantes por km^2.



Fuente: Imagen elaborada con base en el PDUCPC 2006:

Figura 13. Ubicación del municipio de Ixtapaluca en el estado de México.

Esta distribución de la población tan irregular se debe en gran medida a que el desarrollo industrial y económico tampoco es igual en cada una de las entidades que forman la región; asimismo, las características del medio natural son diferentes en cada una de ellas; esto último provoca que las zonas más pobladas sean principalmente los valles y las áreas casi planas que cuentan con climas agradables, tierras fértiles y con recursos hidrológicos.

Los grupos indígenas más importantes que viven en la región son: el nahua, que se localiza al norte de Puebla, al noroeste de Hidalgo, en el Distrito Federal, en Tlaxcala y en Morelos; el otomí, que habita el centro y el noroeste del Estado de México, el centro de Querétaro, la parte noroeste de Puebla y partes de Hidalgo; el mazahua, que se localiza al oeste del

Estado de México; el de los popolocas que viven al sur de Puebla y, por último, el totonaco, que habita en la Sierra Norte del mismo estado.

Las ciudades y municipios de mayor importancia en la región son: la Ciudad de México; los municipios de Netzahualcóyotl, Tlalnepantla, Cuautitlán y Naucalpan, en el Estado de México; San Juan del Río; Cuautla; Apizaco; Tehuacán; León; Celaya; Atlixco, y todas las capitales de los estados que integran dicha región.

Es importante mencionar que, en el caso del área metropolitana de la Ciudad de México, el ritmo de crecimiento acelerado mostrado durante el siglo XX ha originado problemas de diversa índole, tales como la escasez de los servicios públicos básicos: vivienda, educación, transporte y atención médica, entre otros. Por ejemplo, el abastecimiento de agua es cada vez más difícil, es por esto que se establecen programas de racionamiento para garantizar el suministro a todas las comunidades, aunque no durante todo el tiempo.

Pero quizá uno de los mayores problemas que enfrenta la Ciudad de México es la contaminación ambiental, provocada principalmente por la gran cantidad de materiales de desecho y gases tóxicos que liberan las numerosas fábricas, así como los miles de automóviles que circulan en dicha ciudad. Si a lo anterior le sumamos el problema de la enorme cantidad de basura generada a diario por sus habitantes, el congestionamiento vial, el ruido, las aglomeraciones en lugares públicos y la satu-ración de los medios de transporte, obtenemos como resultado una calidad de vida en constante disminución para los capitalinos.

En cuanto a las principales actividades económicas de la región, diremos que la de tipo industrial es la que constituye uno de los más importantes generadores de empleo e ingresos. La industria se localiza fundamentalmente en el Distrito Federal, ya que brinda buenas vías de comunicación, magníficas condiciones de demanda (gran mercado consumidor inmediato) y de oferta (bajos costos de fletes y mano de obra); estas condiciones han favorecido el establecimiento de una gama muy variada de instalaciones fabriles. Destacan por su desarrollo las que pertenecen a las siguientes ramas industriales: agroalimentarias, construcción, química, siderúrgica, metalmecánica y eléctrica.

La saturación industrial de la Ciudad de México y los problemas que esto ocasiona impulsaron a las autoridades federales y estatales a adoptar un programa de descentralización que dio como resultado el surgimiento de otros núcleos industriales, entre éstos se cuentan Toluca, Puebla, León, Ciudad Sahagún y San Juan del Río.

Las actividades económicas que se realizan en la región se resumen en el siguiente cuadro

Actividades económicas
• Agricultura. Se cultiva maíz, frijol, café, alfalfa, tomate, mango, durazno, fresa, sorgo, trigo, pera, caña de azúcar y varias legumbres. • Ganadería. Se cría ganado bovino, porcino, ovino y avícola. A esta región se le considera como una de las más importantes productoras de aves de corral.

- Explotación forestal. Se aprovecha el pino, el roble verde y el oyamel, para la producción de madera.
- Minería. Se extrae oro, plata, mercurio, cobre, fluoruro y sulfuro.
- Industria. Principalmente de los siguientes tipos: minera, textil, alimentaria, autotransporte, metalmecánica, ensamblajes de vagones del metro, automotriz, petroquímica, del calzado, cementera, maderera, maquinaria agrícola, hulera, aceitera, etc.

Para enfrentar estos retos, los estados de la región Centro-País han venido impulsando un proceso de promoción y gestión regional, a través del cual se busca la acción coordinada de los distintos órdenes de gobierno, de las instituciones públicas, privadas y de organizaciones sociales, para identificar todas aquellas áreas de problema y oportunidad que requieran de la suma de los distintos estados para alcanzar una solución a nivel regional, así como la realización de acciones, en donde la conjunción de esfuerzos y recursos entre los estados y la Federación, genere resultados más eficaces desde la coordinación regional.

A través de esta iniciativa regional se busca aportar un mecanismo operativo para promover una estrategia de desarrollo regional sustentable territorialmente ordenado, económicamente competitivo, socialmente incluyente, ambientalmente responsable y financieramente viable.

a) Ubicación Geográfica.

El Municipio de Ixtapaluca pertenece a la Región III Chimalhuacán se localiza en la zona oriente del Estado de México, la cual se conforma por 4 municipios, entre ellos, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ixtapaluca y La Paz. Cabe resaltar que las demarcaciones de Chimalhuacán e Ixtapaluca son las que revisten mayor importancia en cuanto a densidad poblacional, ya que ambos suman 71.2% del total de los habitantes de la Región III.

Asimismo, en cuanto a su ubicación, hacia el norte la Región III Chimalhuacán colinda al norte con los municipios de Texcoco y Nezahualcóyotl, al sur con la con Chalco, Valle de Chalco Solidaridad y Tlalmanalco, al oriente con el Estado de Puebla. En tanto que al poniente limita con la Delegación Iztapalapa de la Ciudad de México. Es importante destacar que esta colindancia integra a la Región III Chimalhuacán a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

Por otra parte, en el año 2020 en la Región III Chimalhuacán se registró en una población de 1´752,242 habitantes, asentados en una extensión territorial de 457.2 km^2, lo que representó 10.3% y 2.0% del total de la entidad respectivamente, es decir, la Región III cuenta con una de las menores extensión territorial del Estado de México.

En congruencia con lo antes mencionado, en los municipios de Chimalhuacán e Ixtapaluca se concentra una población de más de 1´247,404 habitantes, mientras que entre Chicoloapan y La Paz no superan las 350,000 personas.

En lo que respecta a superficies, la demarcación de Ixtapaluca representa 70.9% del territorio estatal con una extensión de 324.0 km^2; en contraste con La Paz, el cual es considerado el municipio más pequeño, porque cuenta con (37.1 km^2) la menor superficie de la Región III Chimalhuacán.

Derivado de lo antes expuesto, cabe mencionar que acerca de la distribución de la población en la entidad, en lo que corresponde a la Región III Chimalhuacán predominan las localidades menores a los 2,500 habitantes. No obstante, existen una en la que se asienta más de setecientos mil personas, en suma, éstas concentran 4.1% de la población estatal.



Fuente: Gobierno del Estado de México. Gaceta del Gobierno No. 55. 16 de septiembre de 2005

Figura 14. Ubicación de la Microrregión III oriente Chimalhuacán del estado de México.

Ámbito	Superficie (km^2)	% respecto a la Región	% respecto al Estado de México
Estado de México	22,351.80		100.00
Región III Chimalhuacán	457.20	100.00	2.05
Chicoloapan	41.30	9.03	0.18
Chimalhuacán	54.80	11.99	0.25
Ixtapaluca	324.00	70.87	1.45
La Paz	37.10	8.11	0.17

Fuente: COLMEXIQ con base en el INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990; XII Censo General de Población y Vivienda, 2000; y Censo de Población y Vivienda, 2010.

Tabla 1. Superficie[2] total en el Estado de México y en la Región III Chimalhuacán y municipios.

De tal forma, la Región III Chimalhuacán está conformada por un importante número de localidades menores a los 2,500 habitantes. Es decir, 83 de ellas concentran más de 70.3% de la población de la Región III. En tanto que sólo 23 localidades se encuentran en el rango de 2,500 a 14,499 habitantes, en 9 localidades se encuentran en el rango de 14,500 a 99,999 habitantes y por último, sólo tres, supera los 100,000 habitantes.

Ámbito	2000	2010	2015	2020
Estado de México	13,096,686	15,175,862	16,187,608	16,992,418
Región III Chimalhuacán	1,078,615	1,510,712	1,673,206	1,752,242
Chicoloapan	77,579	175,053	204,107	200,750
Chimalhuacán	490,772	614,453	679,811	705,193
Ixtapaluca	297,570	467,361	495,563	542,211
La Paz	212,694	253,845	293,725	304,088

Fuente: COLMEXIQ con base en el INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990; XII Censo General de Población y Vivienda, 2000; y Censo de Población y Vivienda, 2010.

Tabla 2. Población[3] total en el Estado de México y en la Región III Chimalhuacán, 2000-2020.

[2] La superficie se obtuvo con base en información del IGECEM, 2010.
[3] La superficie se obtuvo con base en información del IGECEM, 2010.

La dinámica demográfica que ha experimentado el Estado de México ha determinado el impacto y las características del territorio mexiquense, ante esta situación es importante estructurar el crecimiento urbano con un enfoque de largo plazo y sustentable, que permita orientar las vocaciones productivas de cada sector, así como brindar servicios y espacios públicos para todos.

Lograr un sistema de producción y consumo de bienes y servicios con dichas características, es uno de los retos más importantes para las regiones del Estado de México, es fundamental articular las estrategias en la materia desde una mirada transversal que permita atender las demandas de la población mexiquense y contribuir al cumplimiento a los Objetivos para el Desarrollo Sostenible.

El crecimiento demográfico, la densidad de población y su distribución en el territorio, son elementos que han sido considerados de forma prioritaria en el diseño estrategias que aseguren el acceso a la vivienda, a la salud, al empleo, a la educación, al transporte y a otras oportunidades.

La Región III Chimalhuacán cuenta con una superficie de 457.2 km2 y una densidad de población de 3,823.6 habitantes por km2, ubicándose por encima del indicador estatal, que es de 760.2 habitantes por km2. El municipio con mayor superficie es Ixtapaluca, representando el 70.9% de toda la región. No obstante, más del 70 por ciento la población se concentra en los municipios de Chimalhuacán (40.2%) e Ixtapaluca (30.9%), lo anterior representa condiciones diversas y retos en la urbanización y desarrollo de la región.

Ámbito	Superficie km^2	Porcentaje del Estado/Región	Población	Porcentaje del Estado/Región	Densidad de población aproximada (Hab/km^2)
Estado de México	22,487.85		17,363,382		772.12
Región III Chimalhuacán	452.21	2.01	1,752,813	10.09	3,876.10
Chicoloapan	41.94	9.27	194,047	11.07	4,626.77
Chimalhuacán	55.05	12.17	730,235	41.66	13,264.94
Ixtapaluca	318.26	70.37	537,421	30.66	1,688.62
La Paz	36.95	8.17	291,110	16.6	7,878.48

Fuente: IGECEN, Estadísticas Básica Municipal, 2020.

Tabla 3. Superficie y densidad demográfica.

Considerando que la tendencia demográfica a nivel mundial acentuará su concentración en zonas urbanas, el fenómeno metropolitano tiene un gran impacto en la consolidación de un desarrollo sostenible que evite la expansión urbana desmesurada. A partir de la Nueva Agenda Urbana aprobada en la conferencia de las Naciones Unidas sobre la vivienda y el

desarrollo urbano sostenible (Hábitat III), es necesario impulsar una gobernanza urbana y favorecer la planificación que contribuya a la inclusión social y la erradicación de la pobreza, la prosperidad urbana sostenible e inclusiva, con oportunidades para todos, y el desarrollo urbano resiliente y sostenible con el ambiente.

En cuanto al crecimiento demográfico de la región, presentó un aumento del 62.50% desde el año 2000 y 16.02% respecto al 2010, se prevé que para el año 2030 incremente otro 18.57% lo cual implica la necesidad de generar una urbanización ordenada.

Ámbito	Población						
	2000	2010	2015	2020	2023	2025	2030
Estado de México	13,096,686	15,175,862	16,187,608	17,363,382	18,750,373	19,178,920	20,167,419
Región III Chimalhuacán	1,078,615	1,510,712	1,673,206	1,752,813	1,912,350	1,962,434	2,078,419
Chicoloapan	77,579	175,053	204,107	194,047	209,707	214,851	226,984
Chimalhuacán	490,772	614,453	679,811	730,235	801,515	823,790	875,798
Ixtapaluca	297,570	467,361	495,563	537,421	585,070	599,914	633,645
La Paz	212,694	253,845	293,725	291,110	316,058	323,879	341,992

Fuente: IGECEM, Censo General de Población y Vivienda, 2000; Censo de Población y Vivienda, 2010; Censo de Población y Vivienda, 2020; Encuesta Intercensal, 2015.
CONAPO, Proyecciones de la población de los municipios de México, 2010-2030.

Tabla 4. Tendencia de crecimiento demográfico, 2000-2030

El Municipio de Ixtapaluca es uno de los 125 municipios que conforman el Estado de México. Su cabecera municipal es la localidad de Ixtapaluca. Localizandoce en la parte oriental del Estado de México, en la Región III Chimalhuacán establecida en el Sistema de Planeación Democrática para el Desarrollo del Estado de México y Municipios, integrada por 4 Municipios: Chimalhuacán, Chicoloapan, Ixtapaluca y La Paz.

Asimismo, dentro del Sistema Urbano Estatal, I se ubica en la Subregión Ixtapaluca, en la cual se ubican el propio municipio de Ixtapaluca como Centro Urbano Grande y los de Chalco, Valle de Chalco Solidaridad, Tlalmanalco, Cocotitlán y Temamatla.

Su territorio se ubica entre los paralelos 19° 14’ y 19° 25’ de latitud norte; los meridianos 98° 38’ y 98° 58’ de longitud oeste, con altitudes entre 2200 y 4200 msnm, en tanto que la Cabecera Municipal se ubica en las coordenadas 98º 53' 04" de longitud oeste y 19º 18' 48" de latitud norte, a 2,250 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los municipios de La Paz, Chicoloapan y Texcoco; al sur con los municipios de Valle de Chalco Solidaridad, Chalco y Tlalmanalco; al este, con el Estado de Puebla; y al oeste, con los municipios de Valle de Chalco Solidaridad y La Paz. El área que considera este Plan equivale a una extensión de 324.0 km^2, que representa el 1.4% del territorio estatal.

El Municipio de Ixtapaluca es integrante de la Zona Metropolitana del Valle de México, se comunica por vía terrestre con la Ciudad de México mediante la carretera federal No. 190 México-Puebla (denominada Av. Cuauhtémoc al interior de la zona urbana) y la carretera de cuota 150D también con ese destino, ambas posteriormente se enlazan con la Calzada Ignacio Zaragoza de la Ciudad de México. Además, este municipio se comunica por vía terrestre con la zona del aeropuerto de la Ciudad de México mediante el Circuito exterior Mexiquense.

Administrativamente el Municipio de Ixtapaluca está conformado por ocho pueblos: el pueblo de Ixtapaluca donde se ubica su cabecera municipal, además de Coatepec, San Francisco Acuautla, Río Frío de Juárez, Manuel Ávila Camacho, Tlapacoya, Ayotla, y Tlalpizáhuac. A su vez, se circunscriben en 12 delegaciones y 12 subdelegaciones con sus respectivas colonias.

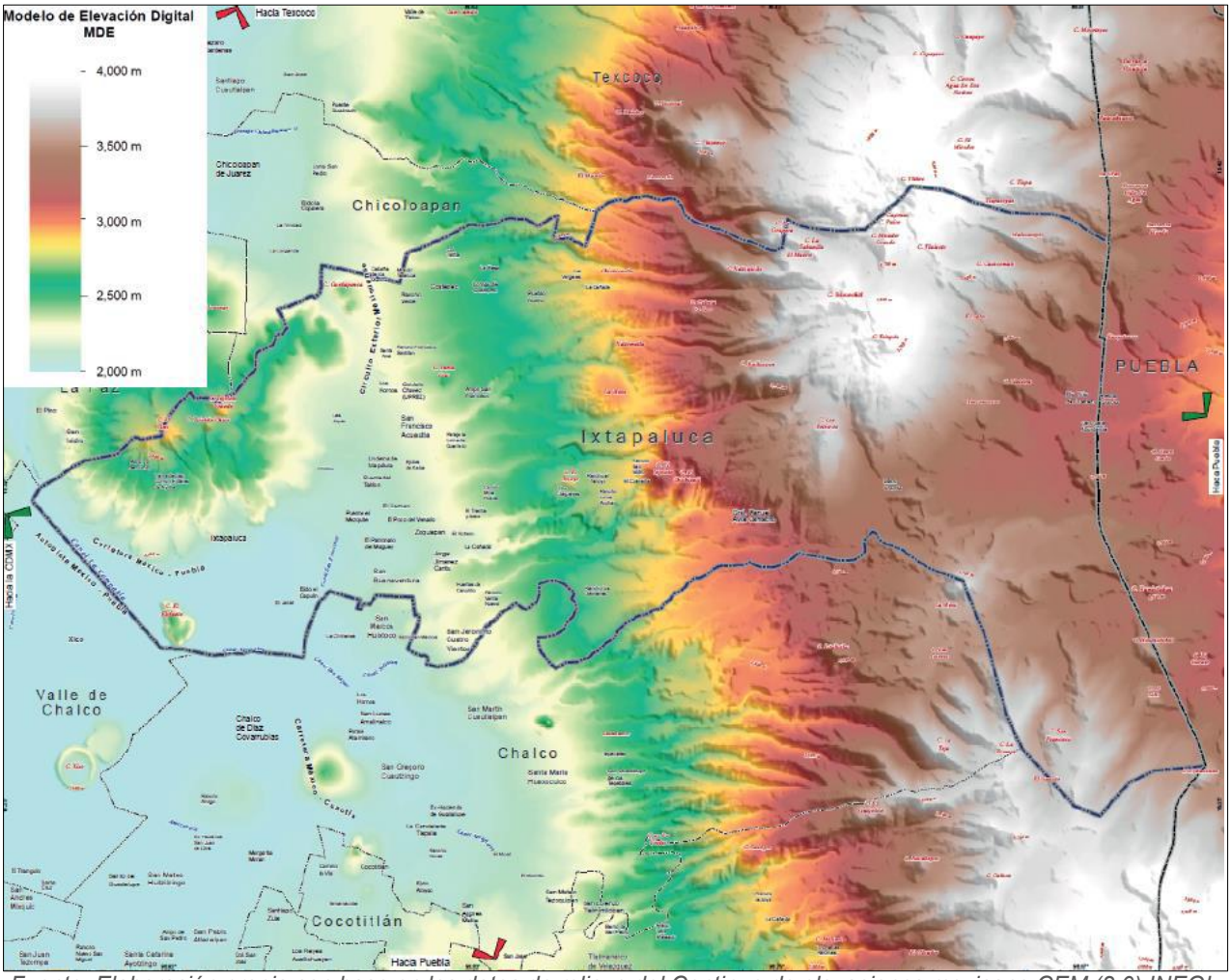
Actualmente se encuentran dos zonas en Diferendo Limítrofe, pero sin litigio, la primera de ellas con el municipio de Chalco, corresponde principalmente a dos fracciones al sur del Conjunto Urbano San Buenaventura, una fracción se ubica entre el Paseo de San Buenaventura y Camino Real; y la otra entre Paseo de Los Volcanes y la Autopista México Puebla. Con una superficie de 41.7 ha, estas fracciones del territorio se encuentran bardeada en su parte sur, por lo que las viviendas únicamente cuentan con acceso por el municipio de Ixtapaluca, y los servicios públicos y equipamiento urbano son proporcionados por el Ayuntamiento de este municipio.

La segunda zona se ubica al noroeste de Ixtapaluca, y es con el municipio de Chicoloapan, la cual comprende 202.4 ha del ejido de Coatepec y que ha sido una demanda añeja de los miembros de dicho ejido.

Condiciones Geográficas

Orografía: El Municipio de Ixtapaluca se encuentra en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, en la subprovincia fisiográfica Lagos y volcanes de Anáhuac. Es en la cordillera Neovolcánica donde se ubican las cumbres más elevadas del país.

Su relieve es consecuencia principalmente de los derrames lávicos de la Formación Iztaccíhuatl y Popocatépetl donde la elevación decrece en sentido oriente – poniente, donde se encuentra la cuenca del Valle de México, lugar donde se asienta la Ciudad de México y los municipios conurbados de su Zona Metropolitana.



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de relieve del Continuo de elevaciones mexicano CEM (2.0) INEGI.

Figura 15. Modelo de elevaciones del municipio de Ixtapaluca

La mayoría del territorio municipal está configurado por montañas y cerros, siendo la parte Este la de mayor altura, con niveles superiores de 4,000 m.s.n.m. y con la pendiente descendente hacia el poniente, hasta llegar a la planicie central del municipio, que empieza a extenderse desde la zona del poblado de San Francisco Acuautla a la de Tlalpizáhuac, rodeando los cerros del noroeste municipal, con alturas sobre el nivel del mar de entre 2,250 hasta 2,740 m.s.n.m.

Por lo que respecta a las elevaciones en el municipio, en la base de la Sierra Nevada se localizan los cerros: Tláloc, que con 4,120 m.s.n.m. es la cumbre más alta del municipio, le sigue el Telapón (Volcán sin actividad) con 4,060 m.s.n.m. y le siguen, Puico, Yeloxóchitl, Morador Grande, Torrecillas, Cuescomate, Sabanilla, El Papayo, Los Poteros, San Francisco, Cabeza de Toro, Chichiquil. Un segundo agrupamiento limita el lado noroeste del municipio, integrado por los cerros Cuetlapanca (en Coatepec), Tejolote Grande, Tejolote

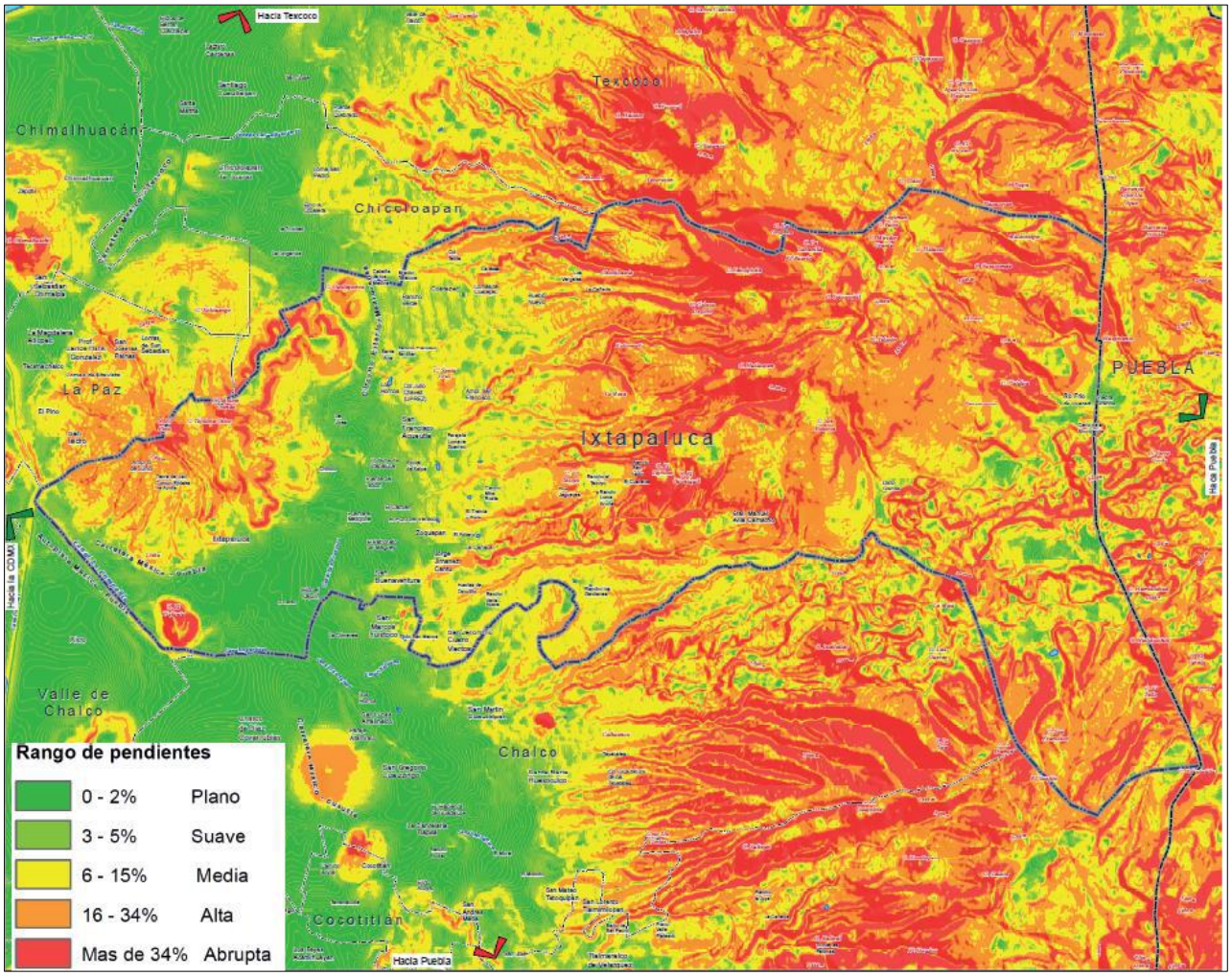
Chico, Santa Cruz y El Pino. En el lado suroeste, en los límites con Tlalmanalco, se localizan los Cerros Papayo y San Francisco y en el centro de la planicie municipal, el Cerro del Elefante.

Nombre	Altitud (msnm)	Nombre	Altitud (msnm)
Tláloc	4,120	San Francisco	3,560
Telapón	4,060	Cabeza de Toro	3,160
Puico	3,900	El Tejolote	3,020
Yeloxochitl	3,900	El Chichiquil	2,990
Mirador Grande	3,840	El Pino	2,740
Torrecillas	3,660	Tejolote Grande	2,700
Cuescomate	3,640	Tejolote Chico	2,640
Sabanilla	3,640	Santa Cruz	2,460
Papayo	3,620	El Elefante	2,440
Los Potreros	3,600	Cuetlapanca	2,420

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica Digital, por condensado estatal Escala 1:250 000, serie IV.

Tabla 5. Elevaciones en el municipio de Ixtapaluca.

En términos generales se identifican tres zonas según sus rengos de pendientes, las superiores al 25%, que corresponden a la zona montañosa de la Sierra Nevada, así como los cerros del Pino, Tejolote Chico y Grande, y Mesa Larga; la segunda clasificación corresponde a los lomeríos, son la zona del talud transicional de la Sierra Nevada y corresponde a los cerros del Pino, Tejolote, y Mesa Larga; por último la tercera zona corresponde a la planicie, que registra pendientes desde el 2% y hasta hace tres décadas ocupaban los suelos de mayor producción agropecuaria y actualmente está ocupadas con uso urbanos casi en su totalidad.



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de relieve del Continuo de elevaciones mexicano CEM (2.0) INEGI.

Figura 16. Rango de pendientes en el municipio de Ixtapaluca

Así, en la zona de las planicies se localizan la cabecera municipal, los pueblos originales de Tlapacoya, Ayotla y Tlalpizáhuac, y una serie de colonias como Alfredo del Mazo, Santa Cruz Tlapacoya, Emiliano Zapata, ampliación Emiliano Zapata El Molino y Santa Cruz Tlalpizáhuac. Hacia los cerros del Tejolote, Santa Cruz y El Pino, con altas pendientes para su urbanización se localizan diversos asentamientos fuera del límite de crecimiento urbano.

Adicionalmente, en los lomeríos se localizan comunidades como San Francisco Acuautla, Coatepec, Colonia Jorge Jiménez Cantú, Conjunto Urbano San Buenaventura y Ciudad Cuatro Vientos, ubicándose en la parte más alta la comunidad de Río Frío.

Hidrografía: El territorio de Ixtapaluca se encuentra ubicado en dos regiones hidrológicas, del Río Panuco y Río Balsas, se localiza dentro de dos cuencas, la del Río Moctezuma y

Río Atoyac, y de las subcuencas del Lago de Texcoco y Zumpango y Río Atoyac - San Martín Texmelucan.

No cuenta con cuerpos de agua permanentes que nazcan o crucen en su territorio, a excepción del Canal de la Compañía, que constituye el límite municipal al sur con los municipios de Valle de Claco Solidaridad y Chalco.

Este cuerpo de agua es un drenaje sanitario y pluvial a cielo abierto, que se origina en la Sierra Nevada con el nombre de Rio San Rafael, y en el que vierten sus aguas domiciliaras e industriales, los municipios por donde pasa este escurrimiento.

Cabe señalar que este río se mantiene a cielo abierto en el límite poniente y en la parte oriente del municipio (al sur de la autopista México – Puebla), en el límite con el municipio de Chalco, en tanto que en su parte central, en el límite con Valle de Chalco (al norte de la autopista) se encuentra encofrado para evitar inundaciones sobre las colonias aledañas, las cuales fueron recurrentes en años anteriores, afectando las partes bajas al sur poniente del Cerro del Elefante, tanto a la colonia El Molino como a otras del municipio de Valle de Chalco.

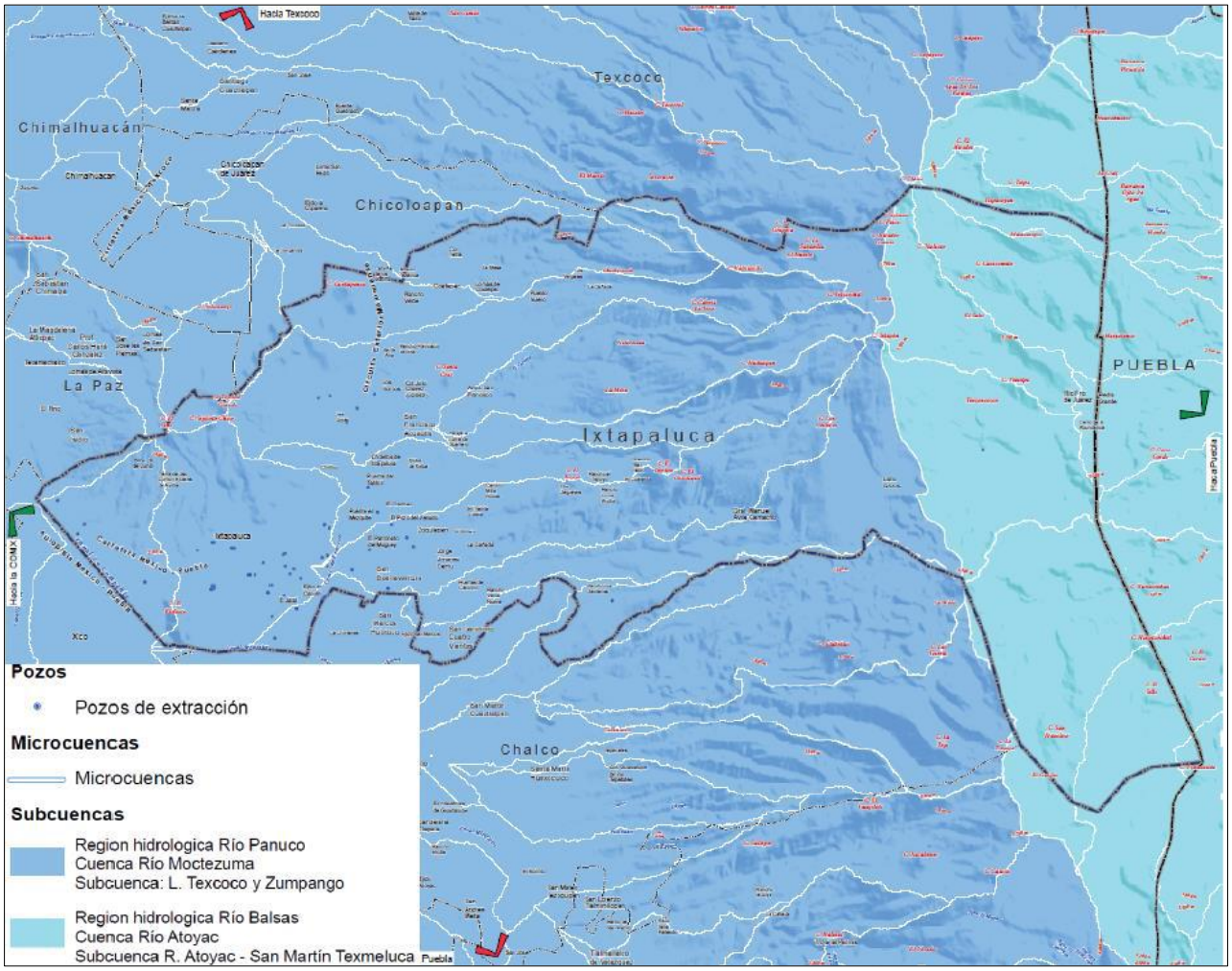
Existen varios arroyos intermitentes que adquieren relevancia en temporada de lluvias, como lo son el Texcalhuey, Texcoco, Las Jícaras, La Cruz y San Francisco. Todos estos tienen su origen en los escurrimientos desde la Sierra Nevada y no son aprovechados, por lo que los eventuales excesos pluviales de caudal desembocan en el Canal de la Compañía.

Los escurrimientos provenientes de los cerros del Pino y el Tejolote propician inundaciones en las colonias el Molino y Ampliación Emiliano Zapata, al rebasar la capacidad de vertimiento del cárcamo de bombeo al Canal de la Compañía lo que se agrava por la cantidad de residuos sólidos y azolve.

Los mantos subterráneos son producto de los escurrimientos de la Sierra Nevada, los cuales cuentan con una excelente calidad para el consumo humano, por lo que son considerados como la principal fuente de abastecimiento de agua para el municipio.

Su aprovechamiento se ha dado desde hace años, gracias a diversos pozos profundos que se construyeron, tales como: Los Tepozanes, la Joya, Tezontle, San Isidro, La Virgen, Patronato, Mezquite, El Venado, El Carmen, Faldón, Linderos San Francisco, Cedral, El Gato y El Caracol, los cuales aún se conservan y corresponden a los ejidos de Ixtapaluca y San Francisco Acuautla.

Por otro lado, a partir de la década de los años noventa se dio el proceso de cambio de destino de los pozos agrícolas de los ranchos de producción lechera, como fueron “Santa Bárbara” “El Escudo”, “Jesús María”, “San Buenaventura o Canutillo”, entre otros, para ser utilizados como urbanos para servicio de los desarrollos habitacionales que en estos se construyeron. Es importante destacar que los déficits de este servicio se presentan por la falta de infraestructura y paulatinamente se acentuará por el abatimiento de pozos debido a la sobre explotación de los acuíferos.



Fuente: PMDU con datos hidrológicos de la CNA y el SIATL.

Figura 17. Mapa de subcuencas y microcuencas hidrológicas de Ixtapaluca

Geología: La región donde se localiza el área urbana de Ixtapaluca se encuentra inserta en lo que fue la Cuenca del Valle de México, de origen lacustre en un valle cerrado, cercado por elevaciones volcánicas y una planicie central de aluvión, esto es, casi la totalidad del valle es de origen volcánico.

Parte del municipio de Ixtapaluca, se encuentra en el Campo Volcánico de la Sierra Nevada, en la cual se encuentran los volcanes Telapón, Iztaccíhuatl y Popocatépetl. Sierra la cual se cree que se formó en el Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano y que forma parte del Cinturón Volcánico Mexicano.

La estructura geológica del Municipio pertenece a la era cenozoica que comenzó hace 65 millones de años y la cual se divide en dos periodos: el neógeno con el (77.1%) de la superficie y el periodo cuaternario con el (22.9%) de la superficie, en este periodo se

experimentó una intensa actividad volcánica, misma que originó los yacimientos metálicos que se explotan en Pachuca, entre otros estados.

Era Geológica	Superficie (km^2)	Superficie (%)
Neógeno	245.35	77.10%
Cuaternario	72.92	22.90%
Total	**318.27**	**100**

Nota: La suma de los porcentajes puede no resultar en 100% por cuestiones de redondeo de las cifras.
Fuente: Elaboración propia en base a la Carta Geológica del Servicio Geológica Mexicano. Escala 1:250,000. SGM.

Tabla 6. Estructura geológica en el municipio de Ixtapaluca.

La formación de las rocas por su origen es de dos clases principalmente: sedimentarias e ígneas extrusivas, predominando las segundas con el 68.3% de la superficie municipal y por varias unidades litológicas, en donde predominan las Andesitas que ocupan el 55.3% de la superficie y se localizan en las partes altas del municipio, ocupando la mayor parte de las localidades de Manuel Ávila Camacho y Río Frío; seguidas de las Brechas Sedimentarias que ocupan el 21.2% de la superficie y se ubican principalmente en la zona de transición entre el valle y la Sierra Nevada.

Por lo que corresponde a las zonas urbanas, la cabecera municipal, Tlapacoya, San Buenaventura, El Tablón y en general las zonas más bajas se ubican sobre rocas de tipo Aluvial, San Francisco Acuautla, Acozac y los asentamientos ubicados en las faldas de los cerros El Pino y El Tejolote se localizan sobre Tobas Básicas, en tanto que Coatepec y Cuatro Vientos se asientan sobre las mencionadas Brechas Sedimentarias.

Clave	Clase	Tipo de roca	Superficie (Km^2)	Superficie (%)
Q(al)	N/A	Aluvial	32.51	10.20%
Ts(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	176.11	55.30%
Ts(bs)	Sedimentaria	Brecha sedimentaria	67.52	21.20%
Q(Bvb)	Ígnea extrusiva	Brecha volcánica básica	1.15	0.40%
Ts(Bvi)	Ígnea extrusiva	Brecha volcánica intermedia	1.14	0.40%
Q(la)	N/A	Lacustre	0.86	0.30%
Q(Tb)	Ígnea extrusiva	Toba básica	38.4	12.10%
Ts(Ti)	Ígnea extrusiva	Toba intermedia	0.57	0.20%
Total			**318.26**	**100.10%**

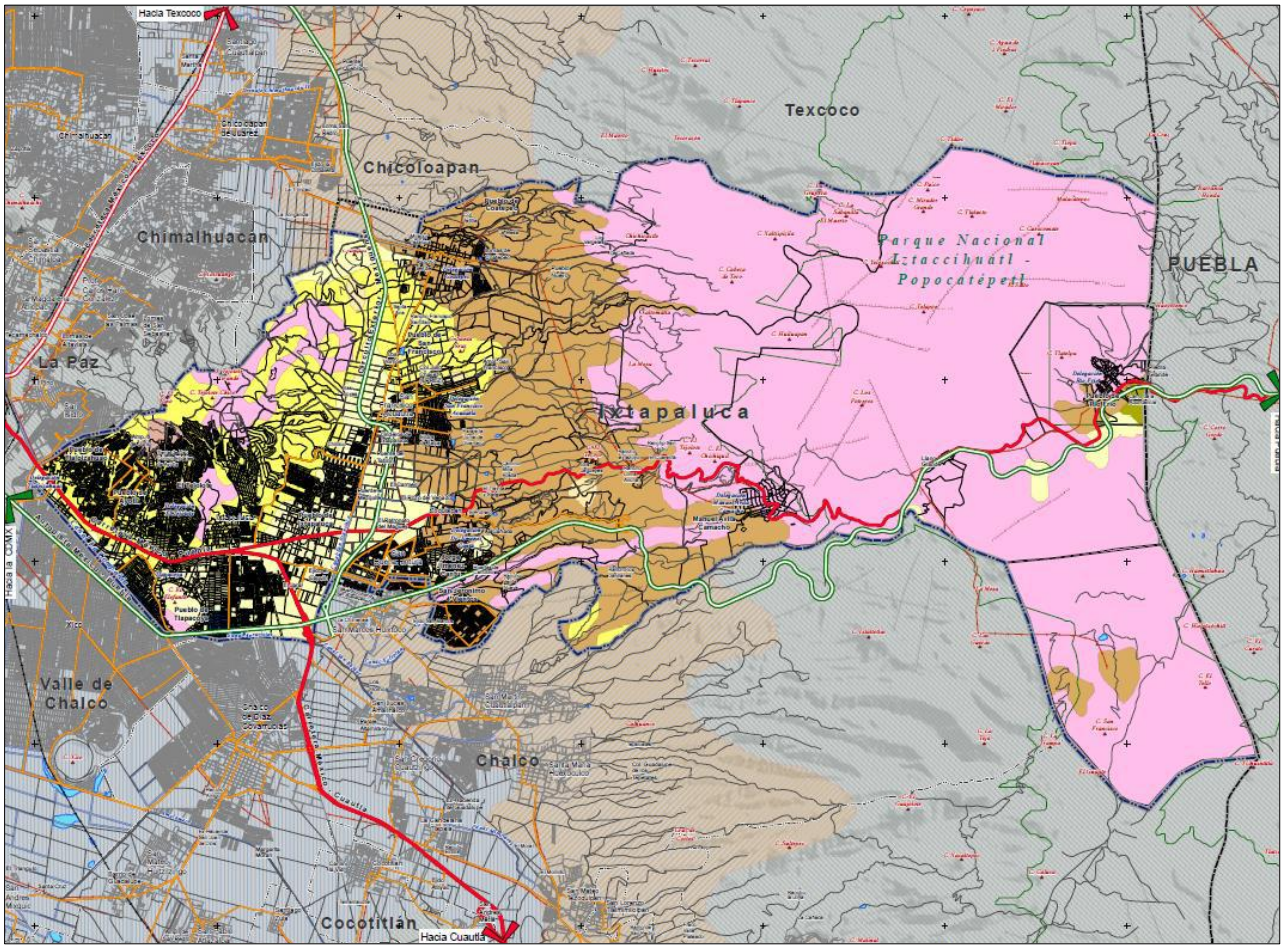
Nota: La suma de los porcentajes puede no resultar en 100% por cuestiones de redondeo de las cifras.
Fuente: Elaboración propia en base a la Carta Geológica del Servicio Geológica Mexicano. Escala 1:250,000. SGM.

Tabla 7. Tipo de roca en el municipio de Ixtapaluca y su cobertura.

Fallas y Fracturas

Según la carta geológica publicada por el Servicio Geológico Mexicano y archivo vectorial de Fallas y Fracturas del INEGI, Dentro del municipio solo se han encontrado algunas fracturas inferidas, las cuales se localizan por arriba de la localidad de Manuel Ávila Camacho, concentrándose en la zona del volcán Telapón; y una aislada entre las localidades de Coatepec y San Francisco Acuautla.

Sin embargo, se pueden encontrar pequeñas fallas dentro del municipio las cuales pueden presentar algún tipo de peligro. Estas pueden estar presentes dentro de las zonas cerriles del mismo.



Fuente: Conjunto de datos geológicos vectoriales. Escala 1:250,000. INEGI.

Figura 18. Mapa de geología del municipio de Ixtapaluca.

Edafología

En el territorio municipal existen cuatro tipos de suelo distribuidos en 6 unidades edafológicas.

Regosoles. Se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud. Su uso y manejo varían muy ampliamente. Bajo regadío soportan una amplia variedad de usos, si bien los pastos extensivos de baja carga son su principal utilización. En zonas montañosas es preferible mantenerlos bajo bosque. Son suelos de baja evolución condicionados por el material originario sobre materiales originales sueltos (o con roca dura a más de 25 cm). En el municipio existen dos variantes de Regosol: Eútrico y Dístrico.

En Ixtapaluca ocupan el 5.18 % del territorio, se encuentran distribuidos en el extremo poniente del municipio, sobre toda la extensión de los cerros de El Pino y El Tejolote cuyo pie de monte está urbanizado por completo.

También se encuentran en la región suroriente, sobre la ladera norte del Volcán Iztaccíhuatl en donde los bosques de oyamel y pino son las comunidades vegetales más extendidas sobre este tipo de suelo.

Feozem. Se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, por lo que son los de mayor vocación y potencialidad agrícola.

Abarcan el 34.33% del municipio, en una franja intermedia entre el valle y la cordillera del Iztaccíhuatl. En este suelo se ubica la cabecera municipal, y si bien el uso predominante es el agrícola, se encuentra bajo fuertes presiones para su ocupación con usos urbanos.

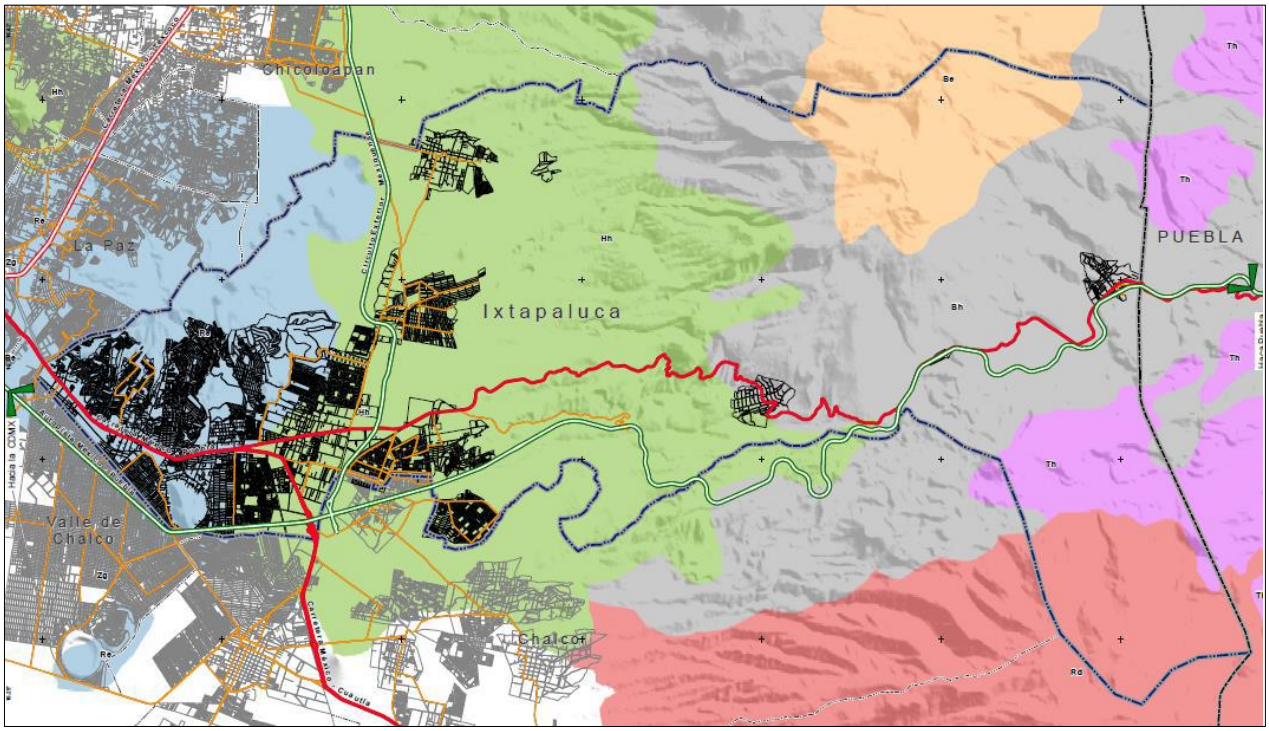
Cambisoles. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso.

Ocupan el 5.92% del territorio municipal, su distribución es en la zona de mayor altitud en la cordillera del Iztaccíhuatl, encontrándose dos tipos eútrico y húmico.

Andosoles. Son suelos de formaciones volcánicas de color negro, casi siempre a partir de materiales volcánicos piroclásticos como las cenizas volcánicas, pero también pueden aparecer sobre tobas, pumitas, lapillis y otros productos de eyección volcánica. Se encuentran en áreas onduladas a montañosas de las regiones húmedas bajo un amplio rango de formaciones vegetales. Tienen generalmente bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas.

Estos suelos se ubican al suroriente del municipio y ocupan el 39.6% de su territorio.

Las unidades edafológicas en el municipio se pueden observar en la siguiente imagen.



Fuente: Conjunto de datos geológicos vectoriales. Escala 1:250,000. INEGI.

Figura 19. Mapa de edafología del municipio de Ixtapaluca.

Clima

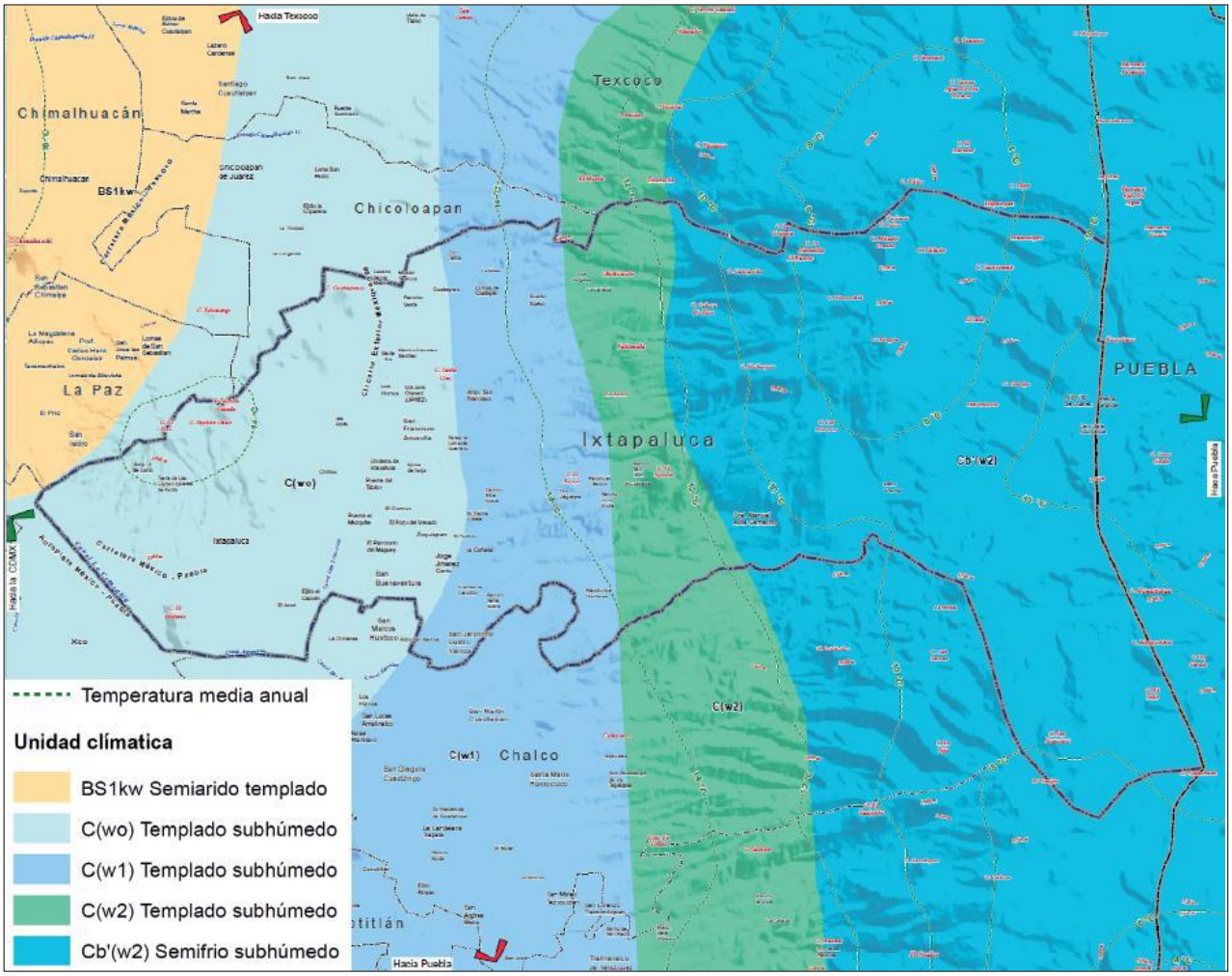
En el municipio de Ixtapaluca existen cuatro tipos de climas de acuerdo con la clasificación de Koppen modificado por Enriqueta García, estos climas son:

- C (wo): Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. La precipitación en el mes más seco es menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2 del total anual.

- C (w1): Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Con lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.

- C (w2): Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y una temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Con lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.

- Cb (w2): Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5ºC y12ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC, temperatura del mes más cálido es menor de 22ºC

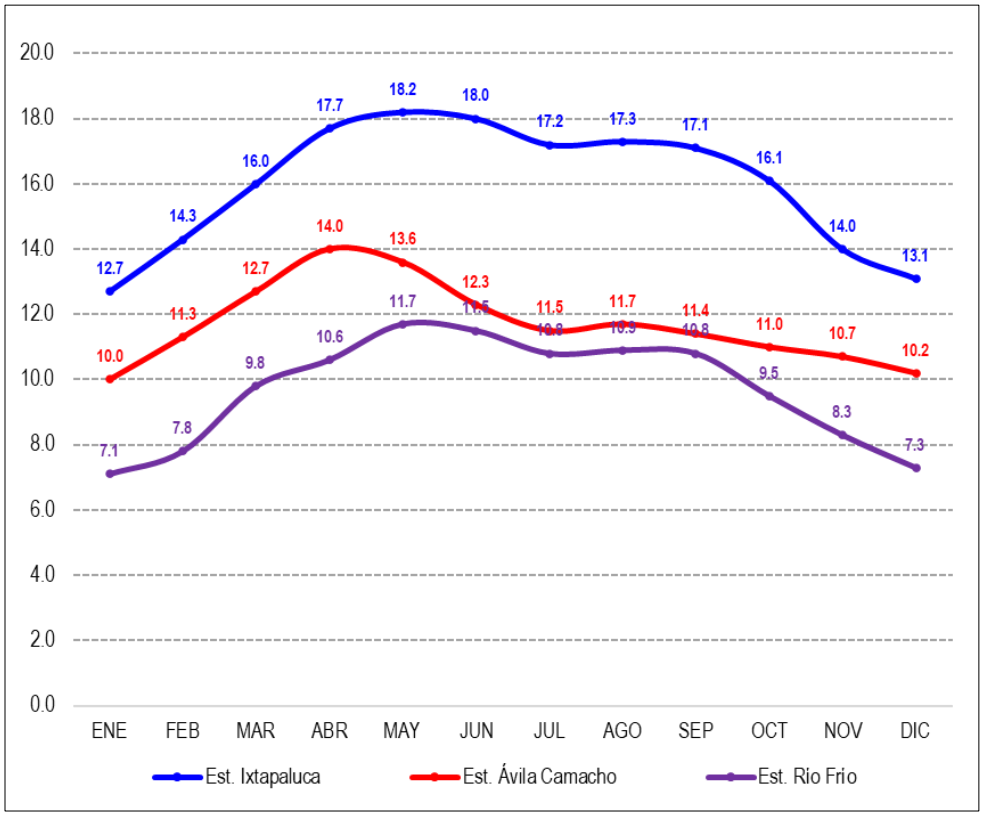


Fuente: Carta de climas. CONABIO 1998.

Figura 20. Mapa de climas del municipio de Ixtapaluca

Ubicando estos climas en las áreas urbanas resulta en una diferencia de más de 6 grados en la temperatura promedio anual entre las zonas bajas donde se localiza la zona urbana de Ixtapaluca con respecto a la zona donde se ubica Río Frío. La temperatura promedio anual en Ixtapaluca es de 16.0oC, la de Ávila Camacho es de 11.7 oC y la de Río Frío es de 9.7 oC.

La temperatura promedio mensual registrada entre 1981 y el 2010 en las estaciones meteorológicas localizadas en estas localidades se puede apreciar en la gráfica siguiente.



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas 1971-2000, Estaciones Ixtapaluca, Ávila Camacho y Chapingo.

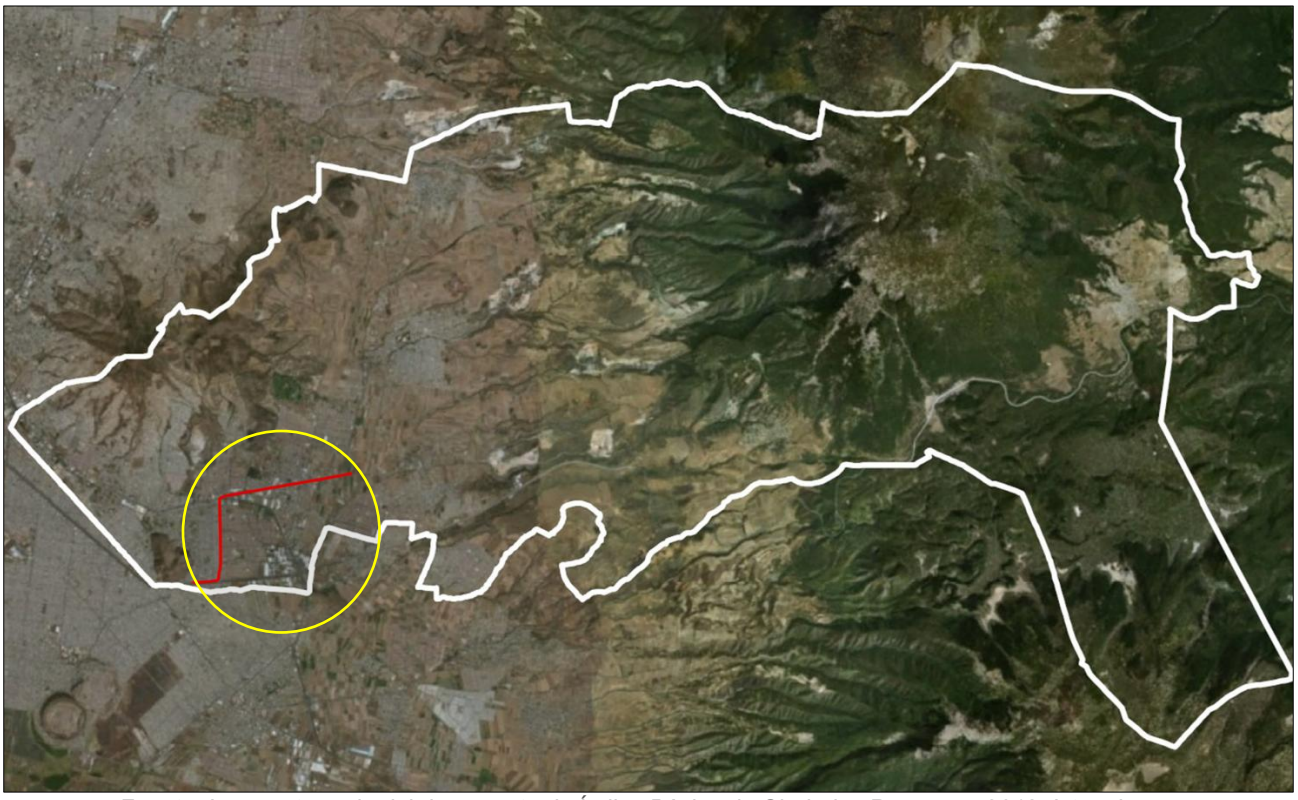
Gráfica 1. Municipio de Ixtapaluca. Temperatura promedio por estación meteorológica

De igual manera, la precipitación se presenta diferenciada entre las partes bajas y las zonas más elevadas, en Ixtapaluca se ha registrado una precipitación promedio anual de 632.7 mm, en Ávila Camacho de 757.8 mm y en Río Frío de 941.3 mm, esto es una diferencia de casi el 50% más alta en Río Frío con respecto a Ixtapaluca.

En todo el municipio los meses más lluviosos van de junio a septiembre, sin embargo, en los últimos años se han presentado lluvias torrenciales en casi cualquier mes del año como reflejo de los fenómenos tropicales que afectan nuestras costas.

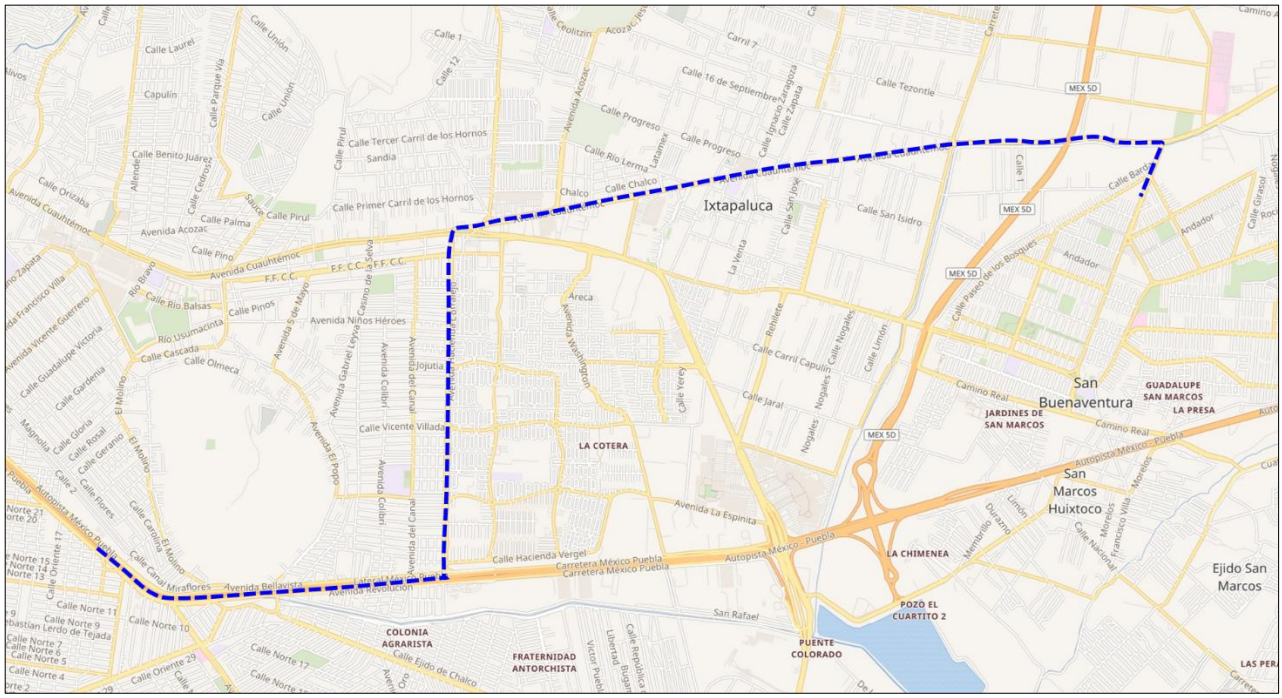
Esta concentración de lluvias en periodos cortos de tiempo afecta principalmente a las zonas más bajas de la zona urbana de Ixtapaluca, principalmente a las colonias Emiliano Zapata y El Molino, debido a las grandes avenidas de agua que se canalizan por las barrancas de los cerros El Pino y El Tejolote, agravadas por la gran cantidad de basura que se deposita en ellas, iniciando desde las partes más altas de ocupación irregular y a lo largo de todas ellas, lo que provoca la saturación de las redes de drenaje público y de los cárcamos de bombeo hacia el Canal de la Compañía, disminuyendo sensiblemente su capacidad de descarga.

De igual manera, estos fenómenos naturales pueden afectar a las zonas susceptibles a deslaves y derrumbes, desprendiendo el suelo u originando el acarreo de materiales que pueden provocar colapsos en viviendas construidas con materiales perecederos.



Fuente: Imagen tomada del documento de Índice Básico de Ciudades Prosperas 2018, Ixtapaluca.

Figuras 21. Ubicación geográfica del trazo del proyecto dentro del municipio.


Ixtapaluca
San Buenaventura
JARDINES DE SAN MARCOS
GUADALUPE SAN MARCOS
LA PRESA
San Marcos Huixtoco
Ejido San Marcos
LA COTERA
LA CHIMENEA
POZO EL CUARTITO 2
PUENTE COLORADO
COLONIA AGRARISTA
FRATERNIDAD ANTORCHISTA
Calle Hacienda Vergel
Avenida La Espinita
Autopista México - Puebla
Carretera México Puebla
Avenida Revolución
Calle Vicente Villada
Calle Jaral
Calle Carril Capulín
Calle Tezontle
Calle 16 de Septiembre
Calle Progreso
Calle Chalco
Calle Primer Carril de los Hornos
Calle Tercer Carril de los Hornos
Avenida Cuauhtémoc
Avenida Acozac
Calle Río Balsas
Calle Río Usumacinta
Calle Cascada
Calle Olmeca
Calle Pinos
Avenida Niños Héroes
Calle Río Lerma
Calle Río Bravo
Calle Río Mixcoac
Calle Río Tecolutla
Calle Río Tonalá
Calle Río Tuxpan
Calle Río Papaloapan
Calle Río Coatzacoalcos
Calle Río Grijalva
Calle Río Usumacinta
Calle Río Balsas
Calle Río Lerma

Como resultado del Censo de Población y Vivienda 2020, se conoce que el municipio tiene 146,962 viviendas particulares habitadas que representa 3.2% del total que existen en el Estado. Las viviendas están ocupadas en este municipio en promedio por 3.7 personas y un promedio de ocupación por cuarto de 1.0 persona.

Además, en materia de servicios básicos la cobertura es casi completa, es decir, falta poco para alcanzar el 100% para que las viviendas habitadas tengan en su totalidad; drenaje (actualmente se cuenta con una cobertura del 99.1%), servicio sanitario y electricidad (alcanzan el 99.7% y 99.7% respectivamente), el único rubro cuyo porcentaje es menor es el de agua entubada (con una cobertura en las viviendas del municipio del 76.9%): ya que el 23.1% de las viviendas municipales no cuentan con este servicio.

En los temas de acceso a las tecnologías de la información / comunicación y ahorro de energía, el Censo de Población y Vivienda INEG 2020 determinó que:

1. Seis de cada diez viviendas en el municipio tienen internet.
2. Tres de cada diez viviendas tienen servicio de televisión de paga.
3. Cuatro de cada diez viviendas tienen computadora.
4. Nueve de cada diez viviendas tienen teléfono celular.
5. Cinco de cada diez viviendas tienen línea telefónica fija.
6. Ocho de cada diez viviendas cuentan con refrigerador.
7. Siete de cada diez viviendas cuentan con lavadora.
8. Tres de cada diez viviendas cuentan automóvil o camioneta.
9. Uno de cada diez viviendas cuenta motocicleta o motoneta.
10. Dos de cada diez viviendas cuentan bicicleta.

Características de las viviendas en el Municipio de Ixtapaluca (Encuesta Intercensal INEGI, 2020)					
Servicios en la vivienda					
Con agua entubada	Con drenaje	Con servicio sanitario	Con electricidad	Con Tinaco	Con Cisterna o aljibe
76.90%	99.10%	99.70%	99.70%	74.60%	26.8%
Tenencia de la vivienda					
Propia	Alquilada	Familiar o prestada	Otra situación	No especificó	
65.24%	17.91%	15.53%	1.23%	0.08%	
Acceso a las tecnologías de la información y comunicación					
Con Internet	Con televisión de paga	Con computadora	Con teléfono celular	Con teléfono fijo	
60.80%	37.90%	41.80%	91.40%	52.00%	
Disponibilidad de vienes					
Con refrigerador	Con lavadora	Automóvil o camioneta	Con Motocicleta o motoneta	Con Bicicleta	
88.90%	77.50%	36.60%	10.10%	25.40%	

Fuente: Con datos de INEGI, Panorama socio-demográfico del Estado de México, 2020.

Tabla 9. Características de la Vivienda. Municipio de Ixtapaluca, 2020.

En cuanto a los materiales con que están construidas las viviendas destacan aquellas que están hechas con materiales precarios, se reportó que para el año 2020, el 3.1% de las viviendas aún tiene piso de tierra, el 12.05% de los techos están elaborados con materiales frágiles, finalmente, 1.29% de las viviendas municipales construyeron las paredes de sus viviendas con materiales similares.

Estimular la movilidad social que permita a las personas en situación de marginación el acceso al desarrollo personal y comunitario a través de la mejora en su economía personal o familiar, acceder a la salud, a la seguridad social, a una vivienda digna y a los bienes de consumo cultural y educativo, es una de las obligaciones esenciales de todo gobierno.

De acuerdo al Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2020 (CONEVAL)[4], para el municipio de Ixtapaluca el grado de rezago social para el municipio es calificado como Muy Bajo. Sin embargo, el porcentaje de personas en situación de pobreza es de 54.2%[5], es decir que, cinco de cada diez habitantes en el Municipio de tiene al menos una carencia social[6] y no tuvieron el ingreso suficiente para satisfacer sus necesidades básicas, el promedio de carencias sociales para la población pobre municipal es de 2.6[7] que demanda un estímulo para el desarrollo familiar.

Indicador	Municipio de Ixtapaluca
Población de 15 años o más con educación básica incompleta,	244,266
Población sin derechohabiencia a servicios de salud,	191,943
Viviendas con piso de tierra,	4,556
Viviendas que no disponen de excusado o sanitario,	441
Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública,	33,948
Viviendas que no disponen de drenaje,	1,323
Viviendas que no disponen de energía eléctrica,	441

Fuente: CONEVAL, Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social, 2020.

Tabla 10. Indicadores de rezago social Municipio de Ixtapaluca, 2020.

La población en pobreza extrema, aquellas personas cuyo ingreso es inferior a la línea de bienestar[8] y que tienen al menos tres carencias sociales, representa el 8.1% del total municipal y manifiestan padecer, en promedio, 3.9 carencias sociales.

En cuanto a la pobreza en la zona rural municipal el informe establece que existen; 4 localidades con Muy Bajo rezago social, con una población de 1,709 habitantes, se cuenta con 3 localidades con Alto rezago social, que recae en 900 habitantes, existen además 6 localidades rurales, que la CONEVAL reporta que no clasificadas por rezago social, recae en 3 habitantes en el Municipio. también se cuenta con 11 localidades rural, que reportan

[4] CONEVAL (2021). Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2021 https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/612713/Informe_anual_2021_mun_22014.pdf
[5] CONEVAL (2015). Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2015, en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/42835/Mexico_070.pdf
[6] Las carencias sociales asociadas a la pobreza son: carencia por rezago educativo, carencia por acceso a los servicios de salud, carencia por acceso a la seguridad social, carencia por calidad y espacios de la vivienda, carencia por servicios básicos de la vivienda, carencia por acceso a la alimentación.
[7] CONEVAL (2015). Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2015, en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/42835/Mexico_070.pdf.
[8] La línea de bienestar o es una ponderación de tipo monetario que define a aquellas personas cuyo ingreso no les permite satisfacer sus necesidades más elementales, para las zonas urbanas el ingreso mensual mínimo es de 2,776 pesos y de 1,795 pesos en las localidades rurales (enero 2017), todos aquellos que no puedan acceder a este mínimo de ingreso son considerados por debajo de la línea de bienestar (CONEVAL 2017. Medición de la Pobreza, en http://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx, último acceso Marzo 2017.

rezago social Bajo, que recae en 5,006 habitantes, se tienen 19 localidades con Medio rezago social y una población asentada en estos lugares de 3,001 habitantes, existe a de más una localidad con Alto rezago social, que recae en 16 habitantes y 20 localidades rurales, que la CONEVAL reporta que no clasificadas por rezago social, recayendo en 64 habitantes en el Municipio.

Sobre las áreas urbanas en condiciones precarias, se definieron 86 Zonas de Atención Prioritarias (con 229,887 habitantes), de las cuales:

1. 39 presentan un rezago social bajo, correspondiente al 27.7% de la población municipal (150,216 habitantes).
2. Las áreas con rezago social medio son 51, con un total de 64,843 habitantes (11.96% del total municipal).
3. Las áreas con rezago social alto son 16, con un total de 14,828 habitantes (2.7% del total municipal).

Las características sociodemográficas de la población de las localidades con los dos mayores grados de rezago social es la siguiente:

1. En estas localidades se contabilizaron 218 viviendas particulares habitadas de las cuales:

    - 54 tienen piso de tierra.
    - 32 tienen solamente un cuarto.
    - 28 no tienen electricidad.
    - 175 no tienen agua entubada.
    - 25 sin excusado.
    - 68 no cuentan con drenaje.
    - 9 sin ningún bien.
    - 190 no tienen refrigerador.
    - 179 sin lavadora.
2. El 50.2% de la población es femenina, contra el 49.8% de hombres pobres.
3. El grado promedio de escolaridad es de 6.2 años.
4. El promedio de ocupantes por vivienda es de 4.3
5. La población de 15 años y más analfabeta asciende a 1,027 personas.
6. 2.9% no es derechohabiente a los servicios de salud.

Respecto a las personas asentadas en las Zonas de Atención Prioritaria que se localizan en la mancha urbana, se tiene que:

Indicador	Zonas de Atención Prioritaria (ZAP) Urbanas 2020
Población femenina	117,227
Población masculina	112,660
Total de viviendas particulares habitadas	219,211
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	4.1
Hogares con jefatura femenina	50,855
Grado promedio de escolaridad (población de 15 años y más)	8.0
Población de tres años y más que habla alguna lengua indígena	7,128
Población analfabeta (personas de 15 años y más)	7,410
Población sin derechohabiencia a servicios de salud	125,365

Fuente: CONEVAL. Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social, 2020.

Tabla 11. Zonas de Atención Prioritaria Municipio de Ixtapaluca 2020.

El combate a la pobreza ha sido un compromiso de esta administración que se une a los objetivos globales del Agenda 2030, que en el objetivo principal determina que todos los gobiernos deben contribuir para focalizar esfuerzos y dar atención prioritaria a este fenómeno del mundo.

Cabe destacar que el municipio de La Paz es un municipio que, de acuerdo al Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social de CONEVAL, presenta un “Bajo” grado de marginación.

Lo anterior significa que de una población de 304,088 habitantes registrados con datos estadísticos de INEGI 2020, existen en el municipio un total de 165,424 habitantes que se encuentran en pobreza.

En suma, se puede señalar lo siguiente:

Indicador	Municipio
Número de personas	542,211
% con respecto al total estatal	3.20%
Población en pobreza	293,878
Población en pobreza extrema	23,804
Población en pobreza moderada	135,478
Población vulnerable por carencias	57,012
Población vulnerable por ingresos	33,502
Población no pobre y no vulnerable	44,082
Grado de rezago social	Bajo
ZAP Rural	0
ZAP Urbana	92

Fuente: Medición de pobreza municipal 2021, CONEVAL. Índice de rezago social por entidad federativa y municipio, 2021, CONEVAL. Declaratoria de las zonas de atención prioritaria para 2021 D.O.F. La información presentada corresponde al 2021 para poder comparar con los datos municipales.

Tabla 12. Indicadores de rezago social Municipio de La Paz.

Cabe mencionar que de acuerdo con el Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social en el Estado de México y sus municipios destaca la reducción consistente del rezago educativo, la carencia por acceso a los servicios de salud y las carencias asociadas a la calidad, espacios y servicios básicos en la vivienda en el periodo comprendido entre 1990 y 2015.

Los esfuerzos para abatir la pobreza y garantizar el ejercicio de los derechos sociales en el municipio se reflejan en la disminución consistente de las carencias. Mediante un comparativo de los años 2010 y 2015 se observa que la mayor disminución en puntos porcentuales se dio en la carencia por acceso a los servicios de salud, que disminuyó de 41.78% a 23.9% (17.88 puntos porcentuales menos). Asimismo, el indicador de la carencia por material de techos en la vivienda tuvo una disminución relevante, al pasar de 8.44% en 2010 a 5.9% en 2015. Otra caída importante se aprecia en el indicador de la carencia por servicio de drenaje en la vivienda, que pasó de 4.93% a 3.2%, lo que implica una disminución de 1.73 puntos porcentuales.

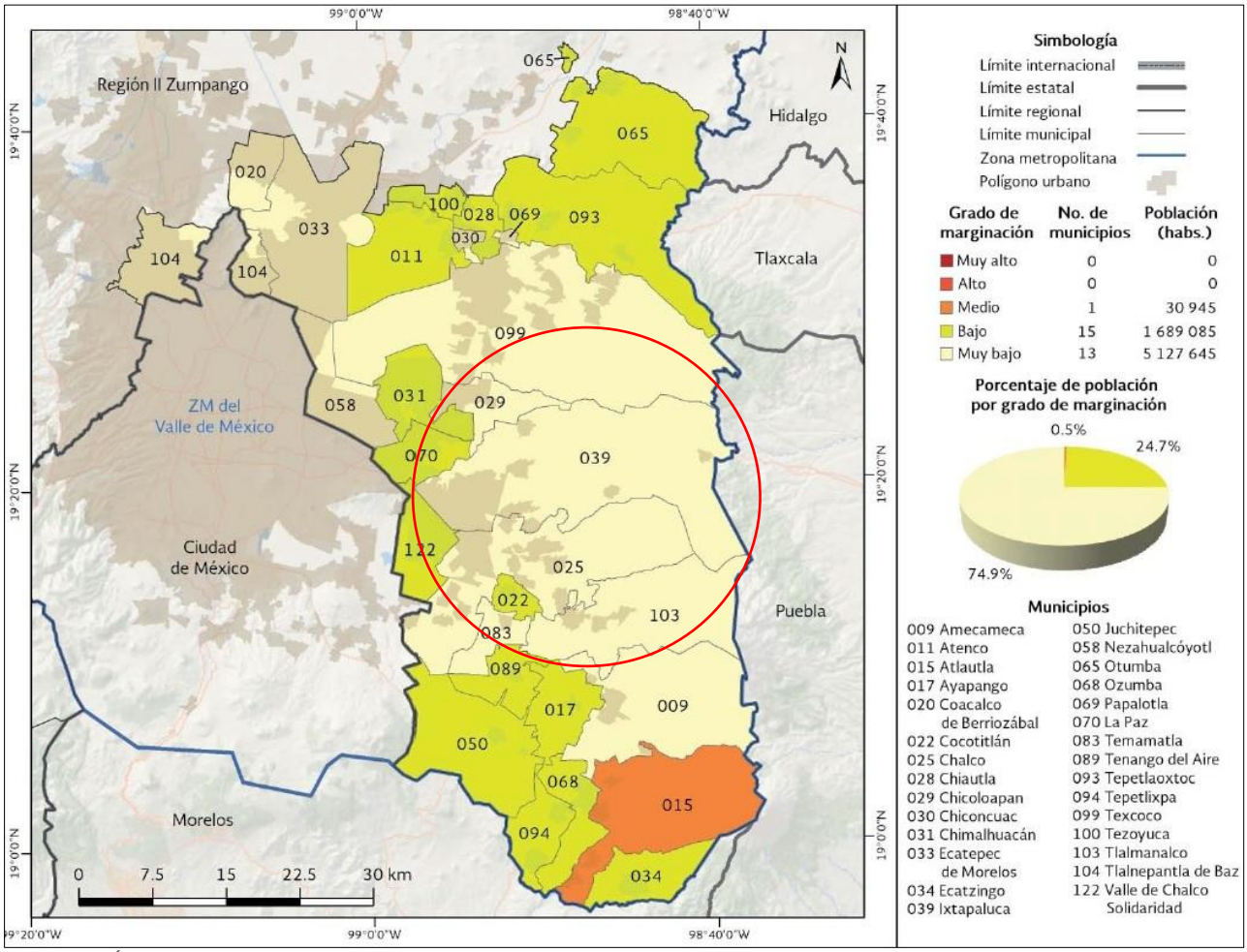
La mejor focalización de los recursos del FAIS en Estado de México se refleja en el impacto positivo de la inversión en el abatimiento del rezago social y la pobreza.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, es posible anticipar una mejora en la mayoría de los indicadores de pobreza en el municipio. No obstante, se identifica la necesidad de reforzar la orientación del gasto al abatimiento de las carencias en las que el municipio aún presenta rezagos respecto al promedio estatal: carencia por acceso al agua entubada en la vivienda, carencia por material de techos en la vivienda y carencia por acceso a los servicios de salud.

La medición es de gran utilidad para los gobiernos; estatal y municipal, ya que permite tener una idea clara sobre las condiciones de vida de la población y los cambios en el territorio, a partir de las variables que miden el Desarrollo.

La intervención en estas zonas debe operar en función de un esquema ordenado, la primera acción y tal vez la más urgente es la regularización de la tierra, ya que un porcentaje considerable de los pobres urbanos municipales viven en zonas no regularizadas, lo que precariza más su situación.

Dicho índice representa una medición que permite contrastar realidades y dar seguimiento a los avances o retrocesos sobre la Política de Desarrollo Social del Gobierno del Estado de México; es decir, constituye un instrumento de cuantificación de la desigualdad socio espacial y del grado de cumplimiento de los derechos sociales de la población.



Fuente: Índice de Desarrollo Social del concejo nacional de Población. Por el Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Estado de México.

Figura 23. Grado de Desarrollo Social en el Municipio de Ixtapaluca.

b) Población

El municipio de Ixtapaluca, cuenta con una población de 342,511 habitantes, la población total del municipio representa el 3.2% de la población total del estado que es de 16´992,418 habitantes; del total de la población municipal, del total municipal el 51.5% equivale a 279,128 son mujeres y el 48.5% corresponde a 263,083 hombres[9];en su distribución porcentual se acerca a la media estatal de 48.6% para mujeres y 51.4% en la población masculina.

La relación demográfica hombre-mujer es de 94.2, lo que significa que, por cada 100 mujeres, existen 94 varones. Entre las mujeres en edad reproductiva, 15-49 años, el

[9] Ibíd.

promedio de hijos nacidos vivos es de 1.4 al año 2020; el promedio calculado en la Encuesta Intercensal 2015 fue de 1.7 nacidos vivos por mujer.

Para el año 2020 el 29.9% de la población de 12 años y más reportó el matrimonio como su estado civil, 35.2% se encuentran en soltería, 22.9% decían vivir en unión libre, 6.5% de habitantes se habían separado de su pareja contra 1.8% que se reportaban en situación de divorcio, las personas viudas representaban el 3.7% de la población municipal y el 0.1% no especifico su situación conyugal.



Fuente: INEGI, con información del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020.

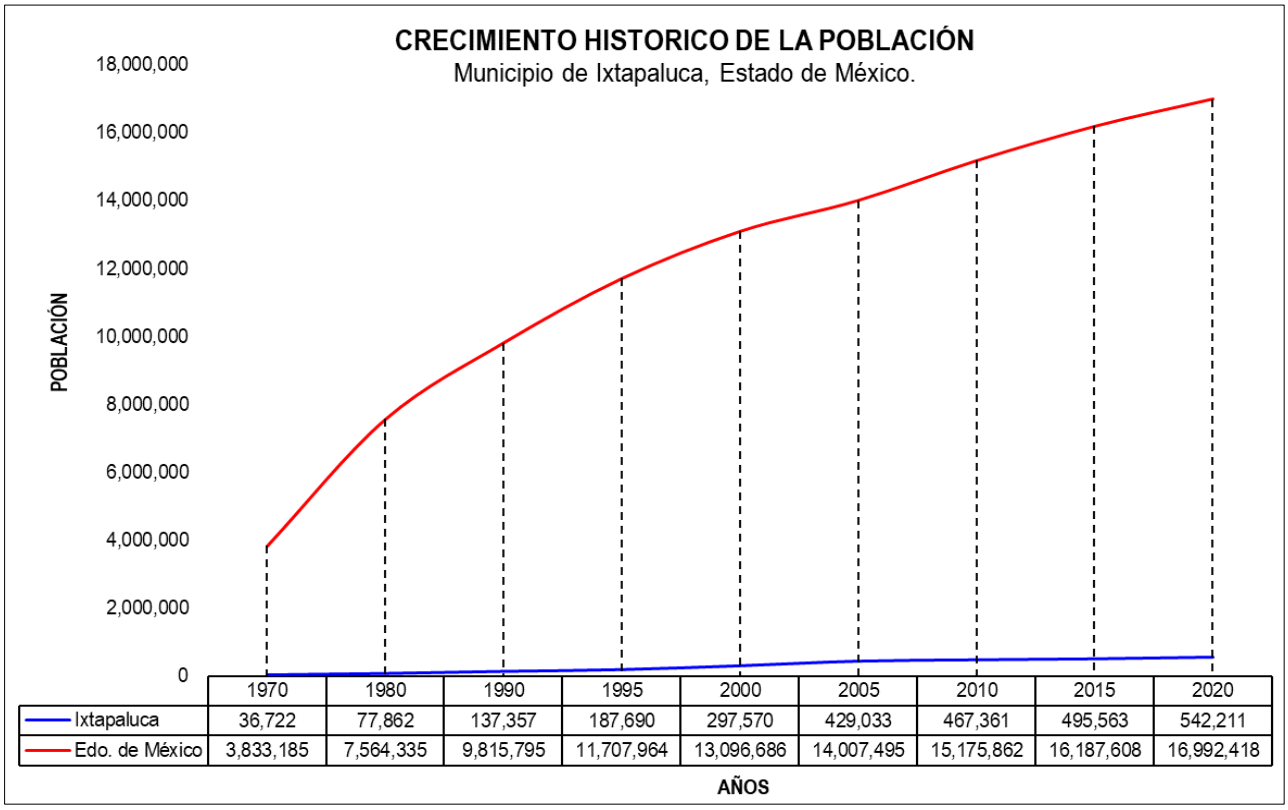
Gráfica 2. Población por grupos de edad y sexo. Municipio de Ixtapaluca, 2020.

En la pirámide de edades presentada de la gráfica siguiente se destaca un punto de inflexión significativo en el crecimiento de los grupos según edades, las personas menores de 20 años ocupan un peso importante, donde tres de cada 10 habitantes se ubican en este rango de edad, mientras quienes están en el rango de 20 y 29 años representan el 17.7% respecto a la población municipal.

Si la esperanza de vida se mantiene, actualmente es de 62 años para los hombres y 72 para las mujeres[10], la pirámide de población reflejará una inversión en veinticinco años cuando el 26.0% de su población sea una persona mayor de 65 años. Es importante aprovechar el

[10] Consejo Nacional de Población. México, 2016.

bono demográfico que el municipio de Ixtapaluca empezó a manifestar desde principios de la década del 2010 cuando una parte importante de la población se encontraba en edad productiva o lo hará en poco tiempo. Aprovechar el bono demográfico significa desarrollar y estimular la economía local a través de la generación de infraestructura, opciones productivas para emprendedores locales, así como la promoción de la economía social y solidaria con los grupos en situación de vulnerabilidad. Además, representa el reto de acercar servicios e infraestructura educativa y de capacitación de calidad al mayor número de habitantes y la instalación de estancias de día en el municipio para atender a este segmento de la población.



	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Ixtapaluca	36,722	77,862	137,357	187,690	297,570	429,033	467,361	495,563	542,211
Edo. de México	3,833,185	7,564,335	9,815,795	11,707,964	13,096,686	14,007,495	15,175,862	16,187,608	16,992,418

Fuente. Elaboración propia a partir de la información del INEGI

Gráfica 3. Crecimiento histórico de la población del Municipio de Ixtapaluca y del Edo. de México.

La tasa de alfabetización según grandes grupos de edad, es de 15 a 24 años el 99.2%, mientras que de 25 años y más el 97.3%.

La relación hombre mujeres es de 94.2 hombres por cada 100 mujeres. La densidad poblacional es de 1,673.4 habitantes/km^2.[11]

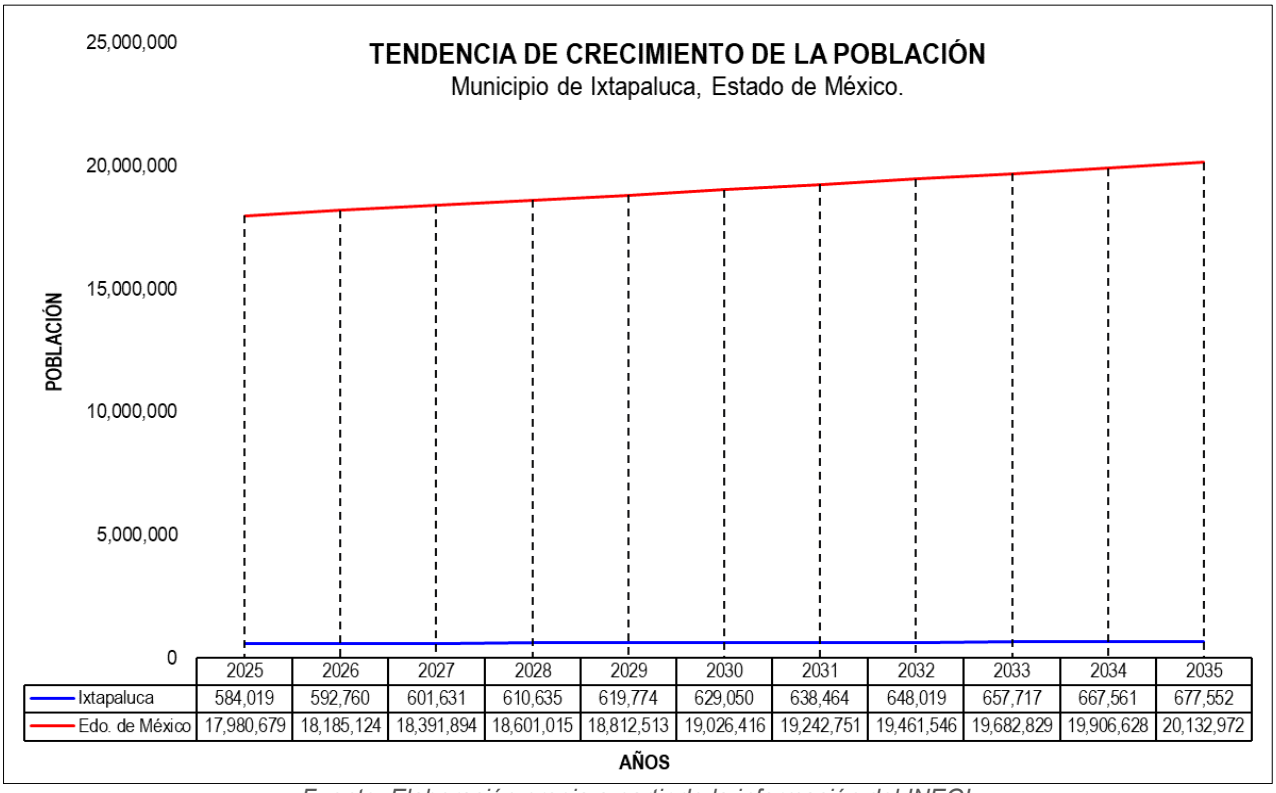
[11] Fuente: INEGI Encuesta Intercensal 2015

La proyección de población es la estimación del tamaño y composición futura de la población para el municipio de Ixtapaluca y el estado de México, cuya finalidad es proveer indicadores y brindar escenarios acerca del crecimiento y la evolución de los componentes del cambio demográfico, bajo los supuestos de que determinadas pautas en los fenómenos demográficos se mantendrán durante un periodo de tiempo. Dichos supuestos incorporan tanto las tendencias observadas en el pasado reciente, como las metas posibles de alcanzar mediante la instrumentación de políticas públicas, las cuales buscan armonizar el desarrollo económico, social y humano.

El trabajo de las proyecciones de población no se limita a la aplicación de métodos y técnicas de análisis demográfico, sino también representa un amplio y detallado trabajo de escrutinio de fuentes de información entre las cuales destacan los censos y conteos de población, las encuestas y los registros administrativos. Llevar a cabo previsiones numéricas sobre el futuro de la población, involucra igualmente la discusión de las hipótesis de proyección con tomadores de decisiones y con expertos de diversas disciplinas, lo cual es necesario para formular supuestos plausibles sobre las tendencias de la mortalidad, la fecundidad, la migración interna e internacional en la población. Estas actividades son parte integral del ejercicio completo de prospectiva, ya que las estimaciones de población tienen como objetivo proporcionar la mejor información posible sobre su tamaño, la composición etaria de la población y distribución dentro del territorio nacional.

Es así que en el presente documento no sólo se exponen las cifras sobre la proyección de población 2020 al 2030 y los indicadores demográficos relacionados con dicho ejercicio de prospectiva, sino también las estimaciones realizadas para el período 1980-2020 en el municipio Ixtapaluca y el estado de México, que son la base de la construcción de hipótesis sobre las tendencias a futuro, estimado a partir de la Tasa de Crecimiento Promedio Anual del municipio es del 1.5% y la del estado es de 1.1%, de los últimos 10 años (2010 – 2020) que se tiene información del INEGI y cuyo comportamiento se gráfica y se presenta a continuación.

Siguiendo con esa tendencia de crecer al 1.5% el municipio y del 1.1% el estado, para el año 2022 se tendrá una población en el municipio de Ixtapaluca de 584,019 habitantes y el estado de México tendrá de 17´980,679 habitantes, con esta prospectiva dentro de 10 año (en el 2035) se tendrá una población en el municipio de 677,552 habitantes y en el estado será de 20´132,972 habitantes.



	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Ixtapaluca	584,019	592,760	601,631	610,635	619,774	629,050	638,464	648,019	657,717	667,561	677,552
Edo. de México	17,980,679	18,185,124	18,391,894	18,601,015	18,812,513	19,026,416	19,242,751	19,461,546	19,682,829	19,906,628	20,132,972

Fuente. Elaboración propia a partir de la información del INEGI

Gráfica 4. Tendencia de crecimiento de la población del municipio de Ixtapaluca y del Edo de México (2025 – 2035).

Tasa de Crecimiento Medio Anual

La tasa de crecimiento medio anual TCMA es la medición del ritmo crecimiento de la población en un periodo determinado de tiempo, considerando el crecimiento natural y social.

En el municipio en el periodo comprendido de 1970-1980 la tasa de crecimiento de la población alcanzo el 7.8%, mientras que la del estado creció una tasa del 7.0% y a nivel nacional esta se ubicó en el 3.3%. Para el periodo comprendido entre 1980-1990 la tasa se crecimiento de la población alcanzada fue del 5.8% en el municipio y el estado creció en un 2.6% y la nacional se ubicó en el 2.0%

Para el periodo comprendido de 1990-1995 la tasa se crecimiento de la población en el municipio se ubicó en el 6.4%, mientras que la del estado creció en un 3.6%, en el país creció a una tasa del 2.3%. En el periodo siguiente de 1995-2000 la tasa se crecimiento de la población alcanzada en el municipio fue del 9.7%, el estado creció en un 2.3% y la nacional se ubicó en el 1.4%. En el periodo siguiente la del 2000 – 2005 la tasa de

crecimiento municipal disminuyo respecto al periodo anterior alcanzando el 7.6% respecto al periodo anterior, en el caso de la tasa de crecimiento del estado también disminuyo al 1.4% y la nacional fue de 1.2%.

Año	Ixtapaluca		Edo. de México		Nacional	
	Población	TCMA	Población	TCMA	Población	TCMA
1980	77,862	7.8%	7,564,335	7.0%	66,846,833	3.3%
1990	137,357	5.8%	9,815,795	2.6%	81,249,645	2.0%
1995	187,690	6.4%	11,707,964	3.6%	91,158,290	2.3%
2000	297,570	9.7%	13,096,686	2.3%	97,483,412	1.4%
2005	429,033	7.6%	14,007,495	1.4%	103,263,388	1.2%
2010	467,361	1.7%	15,175,862	1.6%	112,336,538	1.7%
2015	495,563	1.2%	16,187,608	1.3%	119,530,753	1.2%
2020	542,211	1.8%	16,992,418	1.0%	126,014,024	1.1%
TCMA (1980 - 2020)		**5.0%**		**2.0%**		**1.6%**
TCMA (2010 - 2020)		**1.5%**		**1.1%**		**1.2%**

Fuente. Elaboración propia a partir de la información del INEGI

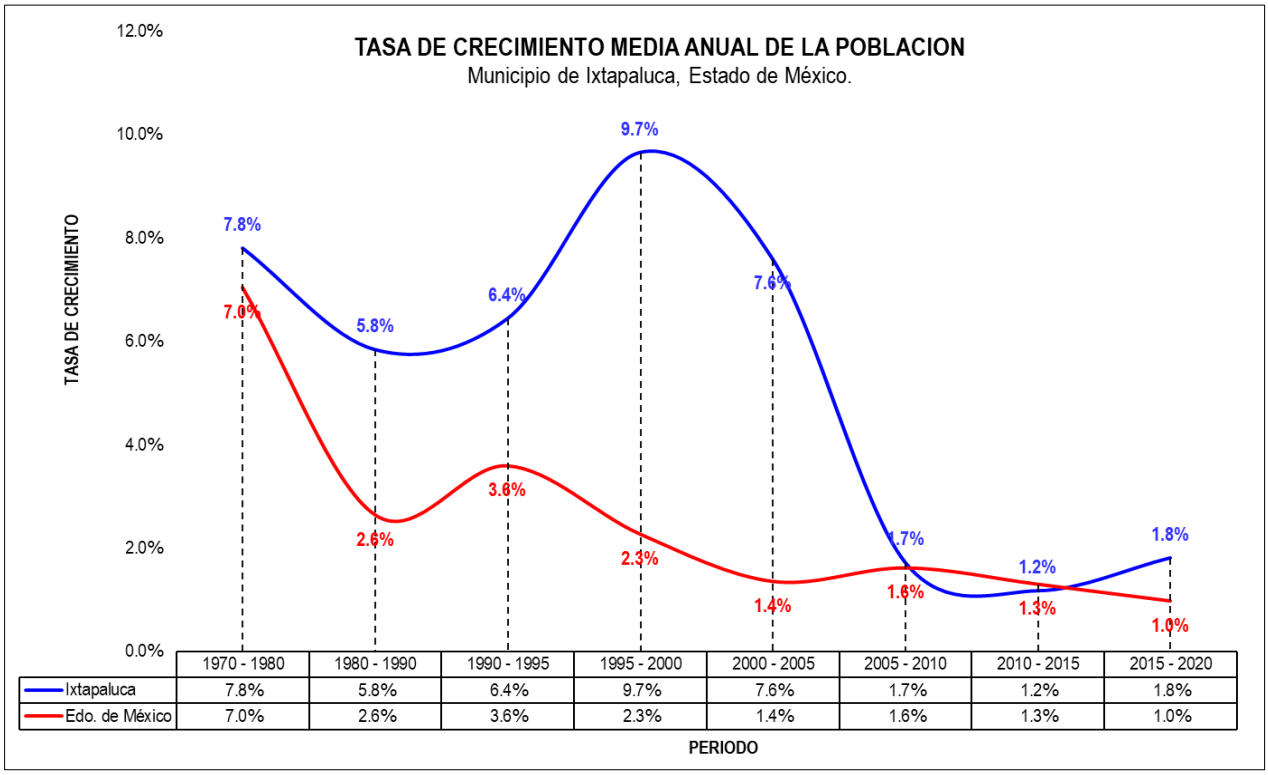
Tabla 13. Crecimiento histórico de la población y tasa de crecimiento del municipio de Ixtapaluca y del Estado de México.

Para el periodo 2005 - 2010 la tasa de crecimiento de la población municipal siguió cayendo al 1.7%, la tasa estatal se ubicó en el 1.6%, mientras que la nacional se incrementó, alcanzando una tasa del 1.7%. En el periodo siguiente la del 2010 – 2015 la tasa de crecimiento de la población municipal siguió cayendo de forma importante para ubicarse en el 1.2% respecto al periodo anterior, en el caso de la tasa de crecimiento del estado fue similar con el 1.3% y la nacional fue de 1.2%.

Finalmente, para el periodo de 2015 – 2020 la tasa de crecimiento de la población municipal se incrementó al 1.8% para el municipio, y del 1.0% para el estado y a nivel nacional fue de 1.1%.

La tasa de crecimiento media anual que comprende el periodo de los últimos 40 años (1980-2020) considerada para la población del municipio de Ixtapaluca, la ubica en el 5.0% y para el estado es de 2.0%.

Para el caso de los últimos 10 años la tasa es del 1.5% para el municipio y del 1.1% para el estado de México.



	1970 - 1980	1980 - 1990	1990 - 1995	1995 - 2000	2000 - 2005	2005 - 2010	2010 - 2015	2015 - 2020
Ixtapaluca	7.8%	5.8%	6.4%	9.7%	7.6%	1.7%	1.2%	1.8%
Edo. de México	7.0%	2.6%	3.6%	2.3%	1.4%	1.6%	1.3%	1.0%

Fuente. Elaboración propia a partir de la información del INEGI

Gráfica 5. Crecimiento de las TCMA del municipio de Ixtapaluca y del Estado de México.

Desarrollo Económico del municipio de Ixtapaluca

El desarrollo económico del Municipio está planeado para lograr la mejora de los indicadores de bienestar social como salud, educación, acceso a la cultura y la recreación, y disfrute a los espacios con seguridad. Para el 2010, la población en edad de trabajar (de 12 años y más) fue de 352,259 personas, 3.1% del total del Estado[12] (11'478,761). Para el 2015 en el municipio fueron 387,374 personas, que representan el 3.0% del total del Estado [13] (12´782,608). En el 2020 se registraron 439,889 personas en edad de trabajar, que representan el 3.2% del total del estado (13´742,847 personas).

Población Económicamente Activa

En 2020 la Población Económicamente Activa (PEA) en el municipio fue de 272,440 personas, que representa 61.9% de las personas en edad de trabajar (población de 12 años y más). Del total de la PEA, el 58.5% son hombres y el 41.5% son mujeres. De la misma

[12] Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI, 2010, en http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx, último acceso marzo de 2017.
[13] Tabulados de la Encuesta Intercensal, INEGI, 2015, en http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/, último acceso marzo de 2017.

manera, la población ocupada municipal es del 97.6% (97.2% hombres y 98.2% mujeres). La población desocupada representó el 2.4% de la PEA.

Periodo	Entidad	Población	Población de 12 años o mas, en edad de trabajar	Población Económicamente Activa						No económicamente activa		No especificado	
				Total	%	Ocupada	%	Desocupada	%	Población	%	Población	%
2010	Ixtapaluca	467,361	352,259	190,023	53.9%	180,389	94.9%	9,634	5.1%	161,137	45.7%	1,099	0.3%
	Edo. de México	15,175,862	11,478,761	6,124,813	53.4%	5,814,548	94.9%	310,265	5.1%	5,287,459	46.1%	66,489	0.6%
2015	Ixtapaluca	495,563	387,374	204,409	52.8%	196,589	96.2%	7,820	3.8%	179,634	46.4%	3,331	0.9%
	Edo. de México	16,187,608	12,782,203	6,507,365	50.9%	6,209,671	95.4%	297,694	4.6%	6,229,771	48.7%	45,067	0.4%
2020	Ixtapaluca	542,211	439,889	272,440	61.9%	265,905	97.6%	6,535	2.4%	166,612	37.9%	837	0.2%
	Edo. de México	16,992,418	13,742,847	8,544,416	62.2%	8,364,273	97.9%	180,143	2.1%	5,162,516	37.6%	35,915	0.3%

Fuente: INEGI. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. Censo de Población y Vivienda 2010 y 2020.

Tabla 14. Distribución de la Población Económicamente Activa, PEA, municipio de Ixtapaluca y del Estado de México, 2020.

El índice de masculinidad de la población ocupada muestra que por cada 100 mujeres que trabajaban, lo hacían 140 varones. La tasa de participación económica registrada en el municipio de Ixtapaluca en 2020 desglosada por sexo indica que la tasa de los hombres es superior que de las mujeres siendo para los primeros 58.5% y 41.5% para las mujeres[14]. Las tasas de ocupación por sexo, para 2020 en el municipio de Ixtapaluca fueron de 97.2% en hombres y 98.2% en mujeres[15].

Nivel salarial	Municipio de Ixtapaluca	Estado de México	Nacional
Hasta un Salario mínimo	7.15	7.74	7.81
De 1 a 2 Salarios mínimos	26.80	27.54	26.63
Más de 2 Salarios mínimos	56.15	54.05	52.90
No especificado	9.90	10.67	9.69
Población	**196,589**	**6,209,671**	**45,085,410**

Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015. Tabulados México. Características económicas. México. 2015.

Tabla 15. Niveles de ingreso de la población ocupada en 2015 (%). Municipio de Ixtapaluca y del Estado de México.*

[14] INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Consulta Interactiva de datos, en: www.inegi.org.mx, último acceso agosto de 2015).
[15] Ibíd.

En cuanto al nivel de ingreso, se tiene que en el municipio de Ixtapaluca [16] el 7.15% gana hasta un salario mínimo, el 26.80% de uno a dos salarios mínimos, 56.15% más de 2 salarios mínimos y 9.90% no especifico el salario que percibe.

La población Económicamente Activa ocupada en el municipio de Ixtapaluca es de 265,905 habitantes, de ellos el mayor porcentaje se emplea principalmente en el sector Terciario (Comercio y Servicios). Los sectores Secundario y Primario ocupan el segundo y tercer lugar respectivamente.

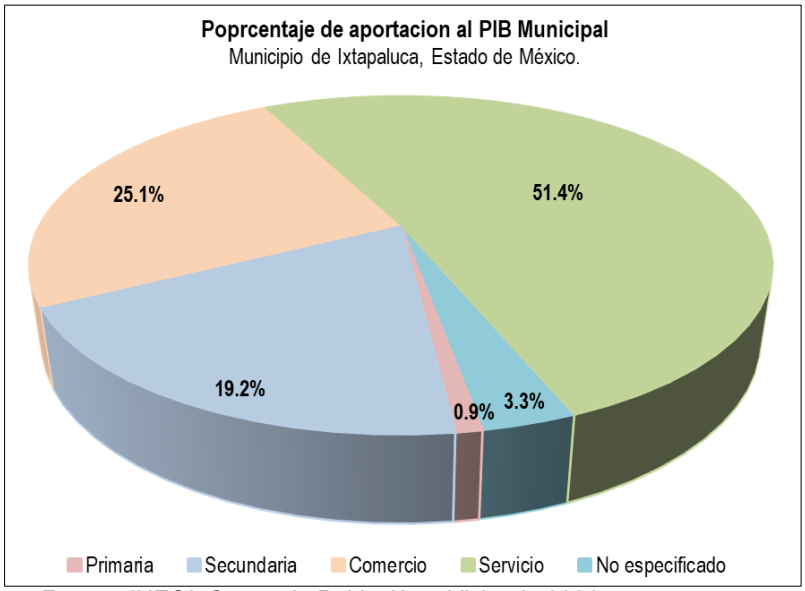
Sector deactividad económica	Porcentaje de aportación al PIB del Municipio
Primaria	0.9%
Secundaria	19.2%
Comercio	25.1%
Servicio	51.4%
No especificado	3.3%
Total	100.0%

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla 16. Distribución de la PEA por sector productivo

El 76.5% de la población total ocupada, lo hace en actividades propias del comercio (25.1%), transporte y los servicios (el 51.4%). En la minería, la industria manufacturera, la construcción, etc. se emplea el 19.2% de la población ocupada.

[16] SPTS-INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo.



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

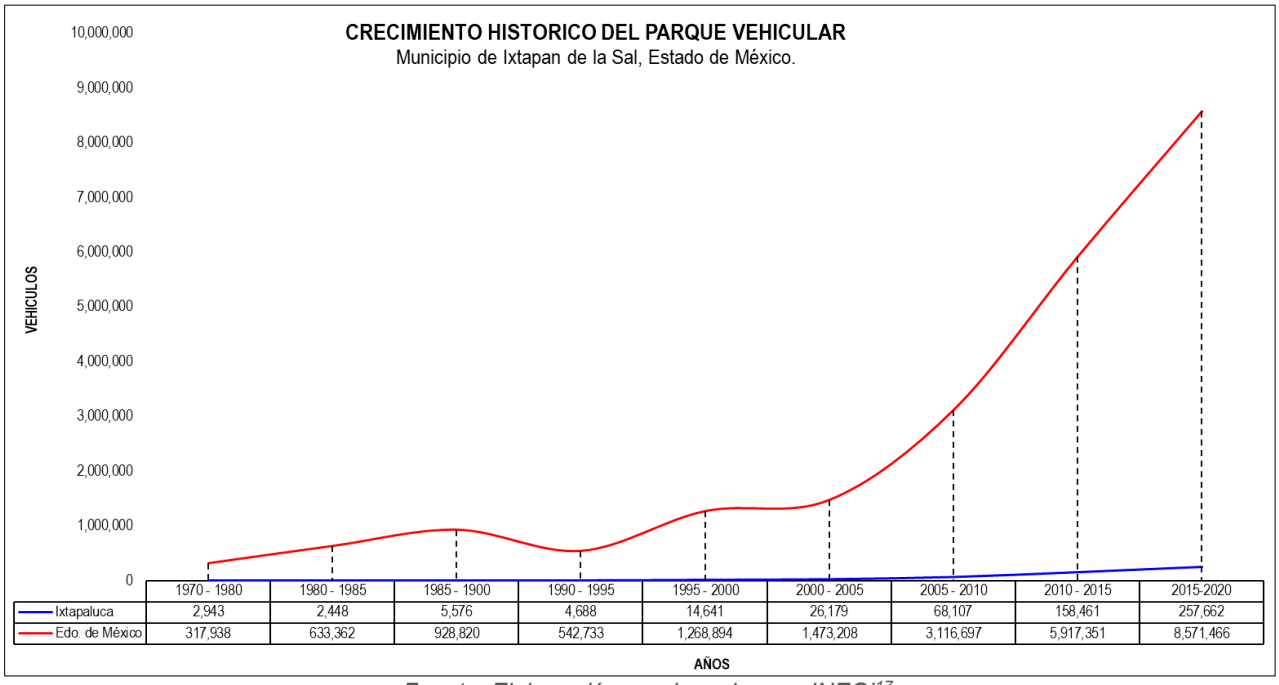
Gráfica 6. Distribución de la PEA por sector productivo del municipio de Ixtapaluca.

En las actividades primarias (agricultura y ganadería) se emplea el 0.9% de la población ocupada, y un 3.3% no especifico la actividad que realiza.

La población inactiva en el municipio es de 166,612 habitantes e incluye estudiantes y amas de casa. El 33.95% de la población ocupada percibe ingresos de hasta 2 salarios mínimos.

Parque vehicular del municipio de Ixtapaluca.

En este apartado se abordará un problema que es consecuencia del desarrollo económico y social de cualquier ciudad del país: una creciente urbanización y una dependencia también creciente de medios de transporte motorizados (principalmente el automóvil). El objetivo específico del presente punto es el de analizar los procesos de urbanización y motorización en el municipio, planteando las probables implicaciones socioeconómicas y ambientales. Debería parecer obvio que el diseño de políticas públicas necesarias para un transporte eficiente tendría que contar, primeramente, con un diagnóstico fundamentado de resultados de la forma en que se ha desarrollado el proceso de urbanización y motorización de la actividad socioeconómica de la población, desde el tiempo atrás.



	1970 - 1980	1980 - 1985	1985 - 1900	1990 - 1995	1995 - 2000	2000 - 2005	2005 - 2010	2010 - 2015	2015-2020
Ixtapaluca	2,943	2,448	5,576	4,688	14,641	26,179	68,107	158,461	257,662
Edo. de México	317,938	633,362	928,820	542,733	1,268,894	1,473,208	3,116,697	5,917,351	8,571,466

Fuente: Elaboración propia en base a INEGI[17]

Gráfica 7. Crecimiento del parque vehicular del municipio de Ixtapaluca y del Estado de México.

Aunque el crecimiento demográfico del municipio muestra una clara tendencia a desacelerarse, el tamaño actual de su población plantea múltiples problemas; sobre todo en el municipio de Ixtapaluca es, desde hace varios años, una sociedad típicamente urbana. En este proceso de urbanización, ha tenido un peso muy importante. Sin embargo, dicho peso demográfico al parecer se está revirtiendo desde hace algún tiempo. De hecho, actualmente existen ya en México diez ciudades, adicionales a la Ciudad de México, que rebasan el millón de habitantes. Incluso dos de ellas (Guadalajara y Monterrey) cuentan con más de cuatro millones de habitantes y representan en sí mismas verdaderas megalópolis.

Aunque durante varias décadas se interpretó al incremento de los flujos vehiculares como un signo de la modernidad y el progreso, fue necesario que dichos niveles de flujo vehicular alcanzaran las magnitudes actuales para que empezáramos a tener una visión distinta, aunque no necesariamente de alarma. Sin embargo, cuando asociamos esta cantidad de vehículos con los problemas de contaminación, congestionamiento vial, accidentes, etcétera es cuando comprobamos la seriedad del tema.

Las implicaciones económicas y ambientales resultan muy preocupantes por cuanto representan una situación que ya difícilmente podría ser aceptable. Por lo anterior, necesitamos conocer y caracterizar la magnitud e importancia del proceso de urbanización y motorización en el municipio, así como sus implicaciones económicas y ambientales; pero

[17] http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/vehiculos/

enfatizando las modalidades que impondrían las diferentes opciones de paquetes de políticas públicas intersectoriales que conlleven al mejor escenario posible en términos de una sustentabilidad económica y ambiental que genere una mejoría en la calidad de vida de la población.

Año	Vehiculos		TCMA	
	Ixtapaluca	Edo. de México	Ixtapaluca	Edo. de México
1970 - 1980	2,943	317,938	0.0%	0.0%
1980 - 1985	2,448	633,362	-3.6%	14.8%
1985 - 1900	5,576	928,820	17.9%	8.0%
1990 - 1995	4,688	542,733	-3.4%	-10.2%
1995 - 2000	14,641	1,268,894	25.6%	18.5%
2000 - 2005	26,179	1,473,208	12.3%	3.0%
2005 - 2010	68,107	3,116,697	21.1%	16.2%
2010 - 2015	158,461	5,917,351	18.4%	13.7%
2015-2020	257,662	8,571,466	10.2%	7.7%
TCMA (1980 - 2020)			**11.8%**	**8.7%**
TCMA (2010 - 2020)			**14.2%**	**10.6%**

Fuente: Elaboración propia en base a INEGI[18]

Tabla 17. Crecimiento del parque vehicular del municipio de Ixtapaluca y del Estado de México.

El crecimiento de la cantidad de vehículos en circulación es de tal magnitud que rebasa incluso al propio crecimiento de la población. Como consecuencia obvia, la motorización de la vida económica y social del municipio (medida en la cantidad de vehículos en circulación por cada habitante) tiene un notable avance, sobre todo en los años recientes. Así, mientras que en año 2000 se tenía un total de 49 vehículos por cada mil habitantes, este indicador pasa en el año 2010 a 146 vehículos por cada mil habitantes y en el 2020 se incrementó alcanzando la cifra de 4754 vehículos por cada mil habitantes.

[18] http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/vehiculos/

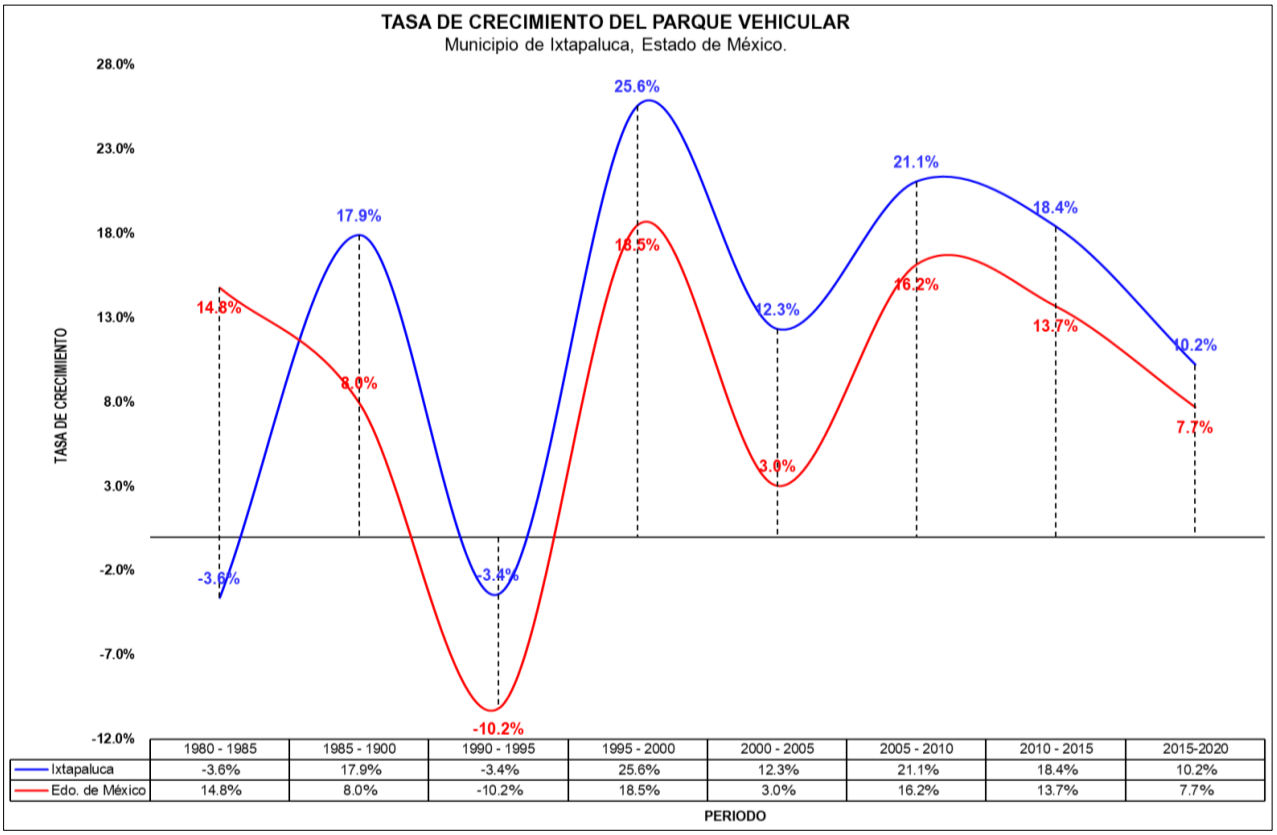
Año	Ixtapaluca		
	Vehiculos	Población	Indice de Motorizacion @ 1,000 hab.
2000	14,641	297,570	49
2005	26,179	429,033	61
2010	68,107	467,361	146
2015	158,461	495,563	320
2020	257,662	542,211	475

Fuente: Elaboración propia en base a la información de INEGI

Tabla 18. Tasa de Motorización en el municipio de Ixtapaluca.

Por supuesto, la motorización es aún más fuerte o tiene un mayor crecimiento, en algunas entidades del país. Este es un hecho importante porque implica no solo que hay condiciones regionales que han provocado una motorización especialmente alta, sino que también -y en consecuencia- deberán aplicarse medidas específicamente diseñadas para dichas condiciones regionales.

Existe un dato que puede resultar muy importante en el proceso de crecimiento del parque vehicular observado en el municipio de Ixtapaluca: entre el año 2000 y el año 2020 hubo un crecimiento total de 243,021 vehículos.



	1980 - 1985	1985 - 1900	1990 - 1995	1995 - 2000	2000 - 2005	2005 - 2010	2010 - 2015	2015-2020
Ixtapaluca	-3.6%	17.9%	-3.4%	25.6%	12.3%	21.1%	18.4%	10.2%
Edo. de México	14.8%	8.0%	-10.2%	18.5%	3.0%	16.2%	13.7%	7.7%

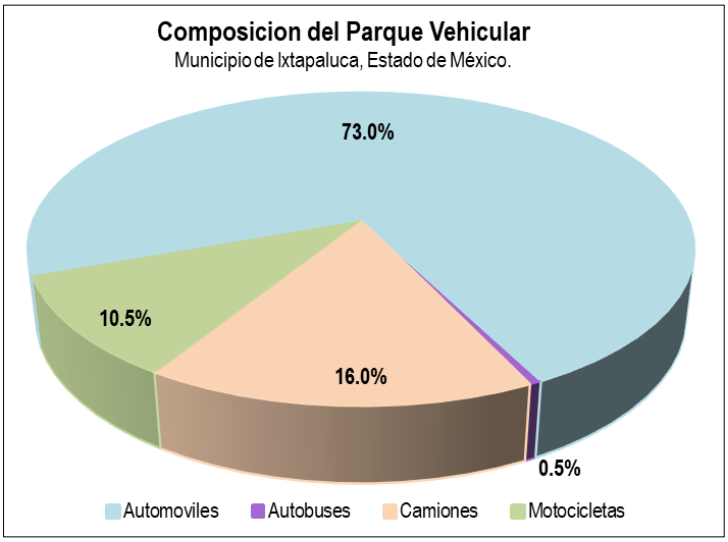
Fuente: Elaboración propia en base a información del INEGI

Gráfica 8. Tasa de crecimiento del parque vehicular del municipio de La Paz y del Estado de México.

Actualmente el municipio de Ixtapaluca cuenta con un parque vehicular de 257,662 automotores, de estos 73.0% son Automóviles, el 0.5% son Autobuses, el 16.0% son Camiones de carga y cuenta con un 10.5% de motocicletas.

En el estado de México esta situación se ha acentuado a lo largo de los años, según cifras registradas en el INEGI, la tasa de crecimiento promedio anual del parque vehicular del municipio en los últimos 40 años (de 1980 al 2020) es del 14.2%, por encima de la tasa de crecimiento del estado que es del 8.6%.

En los últimos 10 años (2005 al 2015) la tasa de crecimiento promedio anual del parque vehicular del municipio es del 14.2%, ligeramente por encima de la tasa de crecimiento del estado que es del 10.6%.



Fuente: Elaboración propia en base a INEGI[19]

Gráfica 9. Composición del parque vehicular del municipio de Ixtapaluca.

c) Salario Mínimo Vigente en el Municipio de Ixtapaluca.

Establecidos por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos mediante resolución publicada en el Diario Oficial de la Federación del 9 de diciembre de 2025. Los salarios mínimos generales que tendrán vigencia a partir del 1º de enero de 2026, se incrementarán en 13% en las dos zonas descritas en el primer resolutivo, por tanto, serán de 440.87 pesos diarios por jornada diaria de trabajo en el área geográfica de la Zona Libre de la Frontera Norte (ZLFN), cuyo incremento se compone de 20.99 pesos, En este caso no se aplica el MIR, de MIR más un aumento por fijación del 6.5%, y para La Zona del Salario Mínimo General (ZSMG) el salario mínimo será de 315.04 pesos diarios por jornada diaria de trabajo, que se compone de 17.01 pesos de MIR más un aumento por fijación de 6.5%. Estos montos serán los que figuren en la Resolución de este H. Consejo, mismos que serán publicados en el Diario Oficial de la Federación (DOF) como cantidad mínima que deberán recibir en efectivo las y los trabajadores.

[19] http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/vehiculos/

d) Uso de Suelo de los Municipios de Ixtapaluca:

Uso de suelo y vegetación

Como se mencionó anteriormente, el uso del suelo en el municipio es principalmente forestal, el cual representa más de la mitad del territorio, cabe destacar que el bosque tiene una importancia relevante en la recarga de los mantos acuíferos y por tanto en el abasto de agua para la población, situación que está en riesgo por la alta deforestación de la sierra nevada, la cual ha perdido aproximadamente el 50% de su densidad forestal, principalmente la ubicada por arriba de la cota 2,900 msnm.

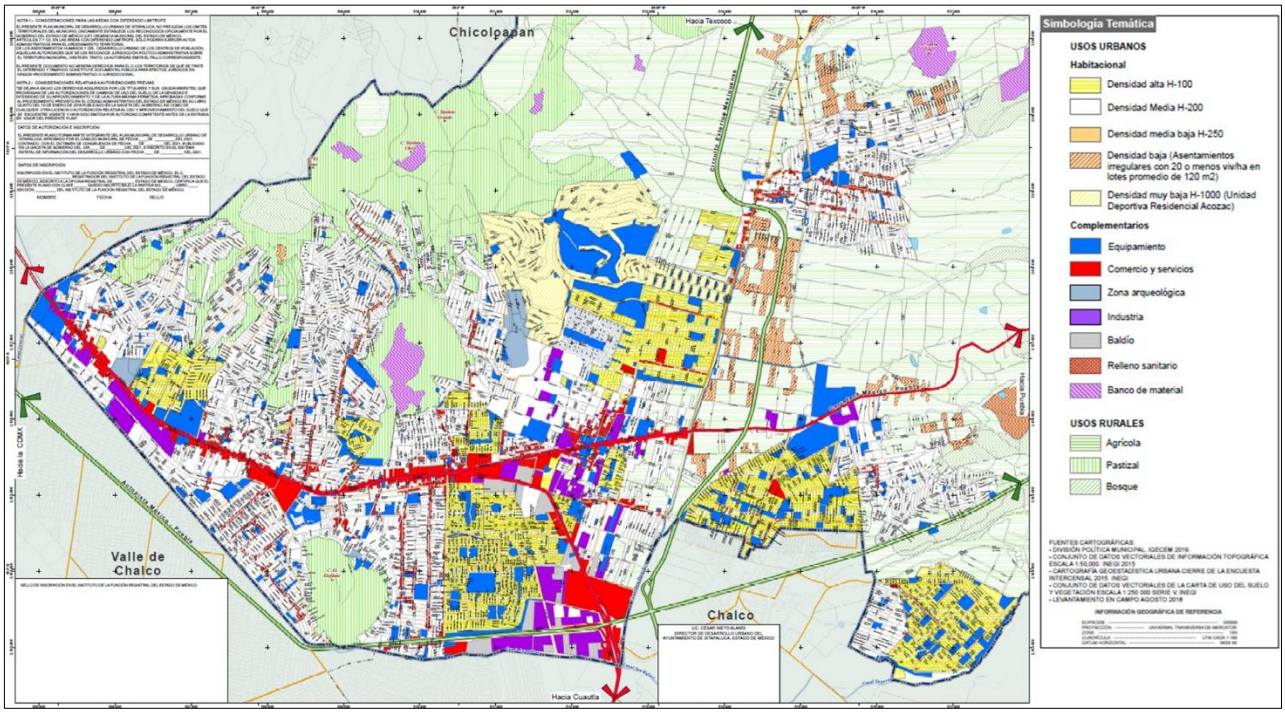
En cuanto al uso urbano, este ocupa el 16.2% de su superficie y si bien aún existen predios que no han sido desarrollados dentro del área consolidada, existen numerosos asentamientos humanos irregulares dispersos fuera de esta, lo que refleja un bajo control de las autoridades municipales y estatales aunado a una nula promoción de la ocupación legal y ordenada del suelo. La creación de conjuntos urbanos, condominios o subdivisiones siguiendo los lineamientos establecidos por la legislación vigente, es muy difícil de ser llevada a cabo por los Ejidatarios, Comuneros o Pequeños propietarios, debido a los numerosos requisitos y altos montos por concepto de pagos de derechos y obras.

Por lo que respecta al desarrollo del uso de suelo industrial previsto en el PMDU vigente que era de 255 ha únicamente se han ocupado 105.6 has en las zonas industriales, cifra inferior a las existentes en 2009 si consideramos el cierre de algunas industrias como Ayotla Textil que actualmente es un centro comercial o Textil Acozac que actualmente es una tienda departamental, y que prácticamente no se han instalado nuevas industrias en el municipio en los últimos años.

En cuanto al uso del suelo comercial, el plan vigente preveía alcanzar 190.1 ha, sin embargo, sin considerar los pequeños establecimientos comerciales y los usos mixtos, actualmente se cuantifica un total de 96.8 hectáreas con actividades comerciales, poco más de la mitad de lo proyectado, es decir que no que han aprovechado las ventajas comparativas y de comunicaciones del municipio para potencializar las actividades productivas.

Por otro lado, el suelo destinado a equipamiento actualmente en el municipio es 1.4 veces más la prevista por el plan actual, destacándose la construcción de un Hospital de Alta Especialidad, una Ciudad Deportiva, 7 Gimnasios Polivalentes y 4 albercas, 3 semi olímpicas y una olímpica.

En cuanto a la vivienda, ésta representa el 79.6% del área urbana, superior a lo proyectado por el plan del 2009, que fue del 85.8% del área urbana prevista.



Fuente: DENUE INEGI, 2018, Ayuntamiento de Ixtapaluca y recorridos de campo.2018. (PMDU)

Figura 24. Esquema de usos del suelo urbanos 2018.

Usos Urbanos	Superficie (ha)	Participación (%)
Habitacional	**4,102.40**	**79.60%**
H100	828.5	16.10%
H200	2,820.50	54.70%
H250	189.4	3.70%
H1000	263.9	5.10%
Industrial	151.8	2.90%
Comercial	252.8	4.90%
Equipamiento e infraestructura	559.4	10.90%
Zona Arqueológica	39.5	0.80%
Baldíos	47.2	0.90%
Total	**5,153.00**	**100.00%**

Nota: La suma de los porcentajes puede no resultar en 100% por cuestiones de redondeo de las cifras.

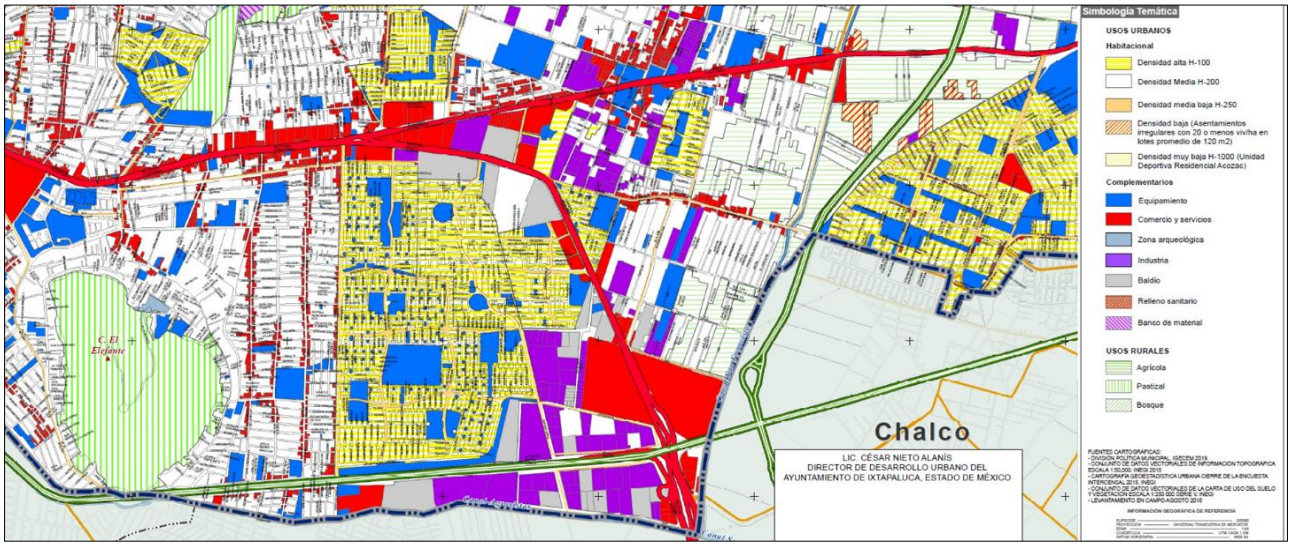
Fuente: DENUE INEGI, 2018, Ayuntamiento de Ixtapaluca y recorridos de campo.2018.

Tabla 19. Uso actual del suelo del municipio Ixtapaluca.

En los últimos años desde la última actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano se ha observado la consolidación del rol del municipio en la estructura urbana de la Zona Metropolitana del Valle de México, como ciudad dormitorio, con el crecimiento de los problemas sociales, a pesar de la construcción en los últimos 5 años de numerosas obras de infraestructura y equipamientos.

Uso de suelo de la zona de estudio

Los usos de suelo (habitacional, comercial, servicios, escolar, industrial, baldíos y, áreas verdes) determinan la capacidad de una zona para generar y/o atraer viajes. Entre los usos de suelo se considera en el trazo del proyecto de la línea del Trolebús Ixtapaluca se caracteriza por que la Avenida Cuauhtémoc es el principal corredor urbano del municipio, pues existe una amplia mezcla de usos mixtos, principalmente de vivienda con pequeños comercios, equipamientos diversos (educativos, oficinas y servicios públicos) y centros comerciales. Gradualmente han ido instalándose en él, centros comerciales y otro tipo de negocios de nivel superior de inversión, pero hoy día predominan las microempresas de servicios diversos, como talleres mecánicos, vulcanizadoras y otros, de baja categoría, que no aprovechan el potencial de este corredor urbano.



Fuente: DENUE INEGI, 2018, Ayuntamiento de Ixtapaluca y recorridos de campo.2018. (PMDU)

Figura 25. Uso de Suelo de en la zona de estudio donde se ubica el trazo del proyecto

e) Infraestructura Vial.

Infraestructura Vial

El municipio de Ixtapaluca se estructura a partir de las siguientes vialidades: La autopista México-Puebla, que une al municipio con la zona oriente de la ZMVM y la calzada Ignacio

Zaragoza de la Ciudad de México, se prevé que esta vialidad alberge al tres suburbano Chalco-La Paz; la Avenida Cuauhtémoc, que recorre la zona urbana de oriente a poniente y es la segunda articulación en importancia con la ZMVM, se convierte en la carretera federal (190) México Puebla (paralela a la autopista México-Puebla y en la carretera federal México-Cuautla (115); la carretera San Vicente Chicoloapan-Ixtapaluca que conecta al municipio con esa localidad y con la carretera Lechería Texcoco y; el Circuito Exterior Mexiquense que une al municipio de Ixtapaluca con el norte de la zona metropolitana.

La Avenida Cuauhtémoc es el eje principal de la ciudad, en ella convergen las vialidades que conectan a los pueblos originales de Tlalpizáhuac, Ayotla Tlapacoya e Ixtapaluca, mismos que junto con las colonias, conjuntos urbanos y fraccionamientos que se desarrollaron, unos de manera irregular y otro formalmente, conforman el principal tejido urbano de la ciudad de Ixtapaluca.

En la zona oriente del municipio, siguiendo por la carretera libre México Puebla continua el tejido urbano hasta las colonias Jorge Jiménez Cantú, Teponaxtle, La Cañada y Zoquiapan y al sur el Conjunto Urbano Cuatro Vientos; en su extremo oriente conecta con la colonia Manuel Ávila Camacho y con la localidad de Río Frio, los cuales son los asentamientos más elevados del municipio, situándose a 2,900 M.S.N.M.

Por su parte, la carretera San Vicente Chicoloapan-Ixtapaluca comunica a la cabecera municipal con las localidades originarias de San Francisco y Coatepec la cual en poco tiempo se conurbará físicamente, ante el acelerado crecimiento de asentamientos irregulares.
Finalmente, la autopista México Puebla (150D) comunica a la comunidad de Río Frío y en general al municipio con el oriente del país.

Las demás vialidades urbanas, son de tipo secundario y local y tienen la característica de carecer de continuidad vial, toda vez que la estructura vial del municipio se desarrolló a partir de las vialidades regionales que tenían como propósito el comunicar a la Ciudad de México con las regiones sur y oriente del país, pero no para integrar a los diferentes elementos de la zona urbana del municipio.

Esta situación crea enormes dificultades para la movilidad urbana, toda vez que tanto los grandes desarrollos como San Buenaventura, Cuatro Vientos, etc., así como los desarrollos irregulares, confluyen en dichas vialidades regionales que originalmente eran de dos carriles, uno por cada sentido, con un derecho de vía que en ocasiones no ha sido respetado y por lo tanto no permite su ampliación. De ahí que vialidades y cruceros entre dichas vialidades frecuentemente estén saturados o colapsados por la intensidad del tránsito vehicular, incluyendo a las rutas de transporte público.

Sistema de Transporte

En materia de transporte el municipio requeriría de una central de autobuses foráneos con 124 cajones de abordaje para trasladarse a otras partes de la República, sin embargo, dada la distribución de las cuatro centrales de autobuses en la Ciudad de México, solamente se

cuenta con una estación de transferencia de los autobuses ADO, la cual se ubica en la plaza El Cortijo, tiene una superficie de 2,029 m² y dispone únicamente de un andén de abordaje.

Para trasladarse a diferentes puntos de la Ciudad de México, la población acude principalmente al transporte terrestre concesionado, el cual cuenta con el siguiente parque vehicular.

Concesionario	Derrotero	Número de Vehículos	Tipo
Autobuses San Francisco S.A. de C.V.	Coatepec, San Francisco Acuautla al Metro Ignacio Zaragoza en la Ciudad de México.	100	Autobuses Suburbanos
Rutas 28, 36, 50, 98, 99	Centro de la cabecera municipal, San Francisco Acuautla, Coatepec, Conjuntos Urbano y Fraccionamientos, hasta las estaciones del Metro: La Paz, Santa Martha, Zaragoza y Aeropuerto.	5,000	Van y Microbuses
Taxis Sitios Unidos Hidalgo	Todo el Municipio.	500	Sedan
7 agrupaciones de Bicitaxis	Diferentes puntos del Municipio.	1,357	Bicitaxis
Servicio de Transporte Universitario	5 unidades UNAM, 2 unidades IPN, 2 unidades UAM	9	Autobuses

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2015-2018.

Tabla 20. Transporte Público en el Municipio de Ixtapaluca.

Transporte de carga

Como se confirmó en el análisis de la estructura urbana, y en la composición vehicular registrada en los principales corredores viales, la presencia de vehículos de carga que acuden a las poca industrias establecidas dentro del municipio o que lo cruzan, es muy baja, lo que está incrementa significativamente la capacidad, el nivel de servicio y la vida útil de la red vial, en este sentido, es necesario que las acciones que en materia vial y de transporte consideren la forma en que se presenta este servicio en el municipio.

De manera particular, el corredor vial que puede verse afectado por la circulación de vehículos de carga es sin duda la Av. Cuauhtémoc, sin embargo, las vías que son utilizadas mayormente por este tipo de unidades son la Autopista México Puebla y el Circuito Exterior Mexiquense.

III.2 Diagnóstico de la Vialidad Local

En el marco de referencia anterior se ubica el área de estudio, cuyo diagnóstico vial se describe a continuación.

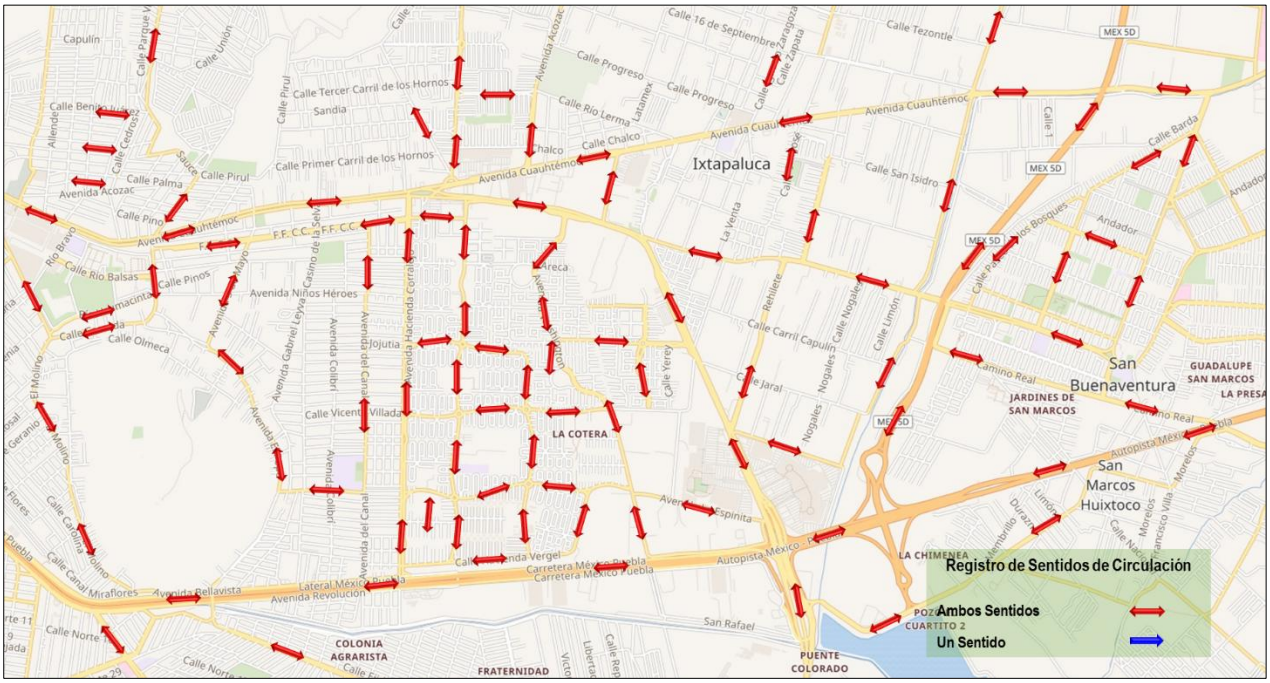
III.2.1 Oferta Vial

La oferta vial está constituida por elementos físicos que permanecen constantes en el sistema vial; como lo son los arroyos de circulación, aceras, señalamiento horizontal y vertical, etc.; los cuales pueden ser mejorados o modificados voluntariamente por la autoridad encargada de proporcionar este servicio, aunque bajo distintos grados de flexibilidad en los cambios. En su conjunto son medias de control y regulación de la demanda vehicular y de transporte.

Cabe hacer mención que la zona donde se ubica el trazo del proyecto, es un área que se encuentra consolidada en su desarrollo urbano, la red vial que conforma la zona de estudio cuenta en su totalidad con pavimentación, el señalamiento horizontal existente se encuentra en parte deteriorado por el uso, el señalamiento vertical existe pero se requiere de una mayor dotación en la zona, en la infraestructura vial se presenta una definición clara en cuanto al número y anchos de los carriles, respecto a los sentidos de circulación, la restricciones de velocidad y del estacionamiento en la zona es claro que se encuentra restringido, lo que aporta a la operación del tránsito, por lo que el levantamiento de la información de campo se apegó a la realidad que presenta la zona de estudio.

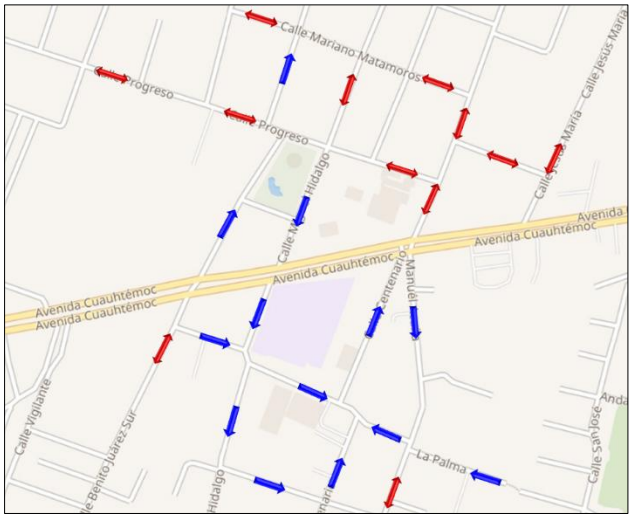
A) Sentidos de Circulación y Número de Carriles.

Dentro de la traza urbana que presenta la zona de estudio, misma que pertenece al municipio de Ixtapaluca, donde se aprecia que en su totalidad la red vial de la zona opera en doble sentido de circulación, esto se debe principalmente a la condición que presenta la traza urbana de la región, así como a las características físicas de la infraestructura vial y de conectividad que tienen las vialidades dentro de la misma red presente en la cabecera municipal, esta situación se presenta sobre todo en las vialidades que se ubica próximas al trazo del proyecto de la Línea del Trolebús (y sobre la Av. Cuauhtémoc y la Av. Hacienda Corralejo), en donde se observa que la circulación del tránsito vehicular se realiza de forma ordenada, es importante resaltar que el centro de Ixtapaluca presenta una distribución diferente en cuanto a los sentidos de circulación se refiere, en este lugar existe solo un sentido de circulación y se debe a que en esta parte las vialidades son angostas y no es posible que pueda existir el doble sentido, por donde se desplazan el tránsito vehicular. Con el fin presentar una idea clara de lo observado en campo se presenta en la figura siguiente, los sentidos de circulación observados.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Figura 26. Sentidos de circulación en la red vial, en la cabecera municipal de Ixtapaluca.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Figura 27. Sentidos de circulación en el centro del municipio de Ixtapaluca.

Simultáneamente en la red vial de la zona de estudio se observó, e identificó el número de carriles por sentido de circulación que presentan las vialidades involucradas en el Trazo de

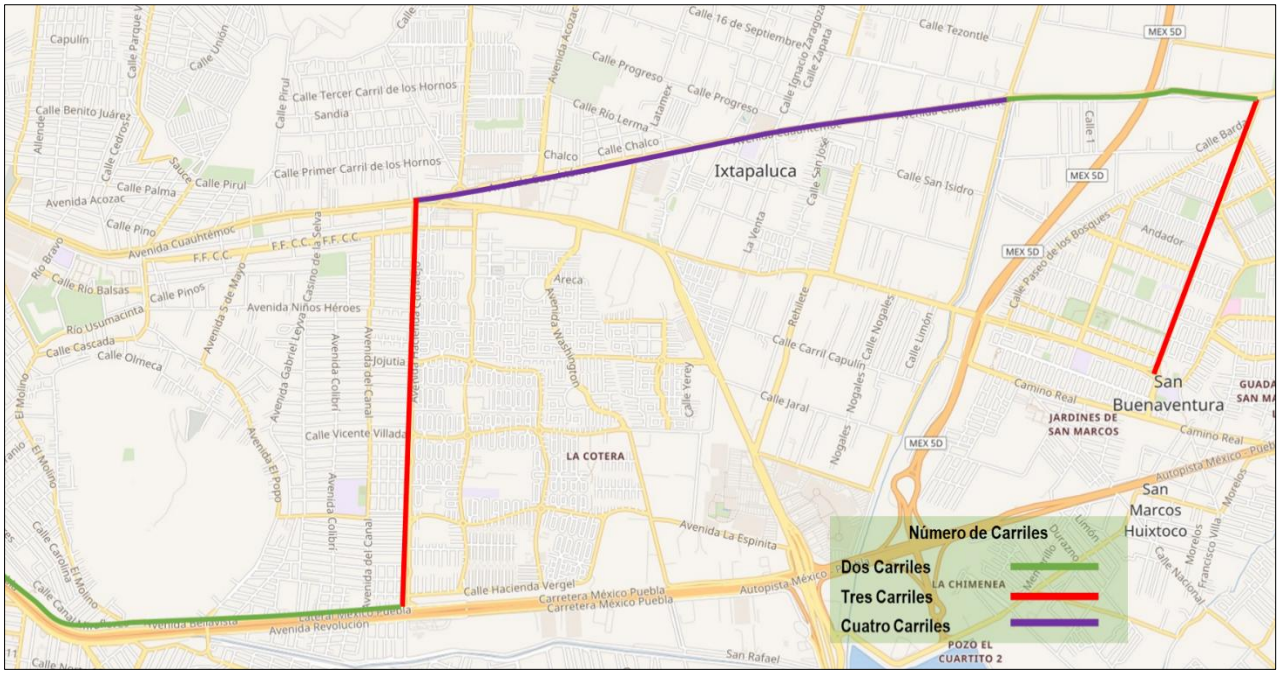
la Av. Cuauhtémoc y la Av. Hacienda Corralejo donde se ubicara el proyecto de la Línea de Trolebús, presentan características físicas son muy diferentes y variadas ya que se observando que la red vial primaria presenta dos, tres y hasta cuatro carriles por sentido de circulación, al inicio del trazo en la Av. Paseo de San Buenaventura, hasta la Carretera Federal MEX-190 México - Puebla se cuenta con tres carriles por sentido, el tramo de la Carretera Federal MEX-190 México - Puebla y hasta la Carretera a San Francisco se cuenta con dos carriles por sentido, de este punto hasta la calle Vigilantes existen cuatro carriles por sentido, a partir de aquí y hasta las calle Encino se separan en dos cuerpos con dos carriles en la lateral y dos más en el cuerpo central, por sentido de circulación, a partir de este punto se vuelven a integrar los cuerpos y se cuenta con cuatro carriles de circulación hasta la Av. Hacienda Corralejo, este tramo presenta tres carriles de circulación por sentido, vale la pena resaltar que se separa esta vialidad en dos cuerpos pero cada cuerpo es de doble sentido hasta la lateral de la Autopista México – Puebla, así es como se encuentra estructurado el corredor de este estudio, resaltando que en algunos tramos de las vialidades del trazo son más amplios en sus secciones, lo antes descrito se plasma en la figura siguiente.

La configuración de la red vial en cuanto a los sentidos de circulación y número de carriles que se observa dentro de la operación del tránsito en la zona brinda las condiciones actuales de movilidad, y de la disponibilidad de la oferta vial, que es usada por los automovilistas que se desplazan por la zona, teniendo en cuenta que con esta configuración se da operación del tránsito sobre la red vial.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Figura 28. Número de carriles en el trazo del proyecto.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Figura 29. Número de carriles en la traza urbana de estudio.

B) Señales Horizontales y Verticales.

En lo que respecta al **señalamiento Horizontal** y de acuerdo con los inventarios realizados dentro de la zona de estudio, donde se tomaron en cuenta los elementos y criterios necesarios de acuerdo a la normatividad vigente, se observó que es muy escasa la presencia de este tipo de señalamiento y se encuentra en completo deterioro, principalmente en las vialidades primarias y en las calles colectoras o secundarias de la zona este no existe. El señalamiento encontrado no presenta las mejores condiciones ya que se encuentran deterioradas por el continuo paso de los vehículos sobre la superficie de rodamiento, además de las condiciones climáticas de la región y por el paso del tiempo, en este sentido cabe señalar que no se han tomado las medidas pertinentes para mejorar y mantener en óptimas condiciones el señalamiento existente. Por lo que, será pertinente por parte de autoridad contar con señalamiento adecuado en la zona, para canalizar los flujos de tránsito vehicular y proporcionar con ello una mayor seguridad, al realizar las maniobras de incorporación o desincorporación que realizan los usuarios de la vialidad.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Figura 30. Señalamiento Horizontal en la zona de estudio

En cuanto al **señalamiento vertical** de impacto en la zona, podemos decir que es escasa la existencia de estas señales, que solo las podemos encontrar sobre la Av. Cuauhtémoc, en menor proporción sobre la Av. Canal de Santa Barbara que son las vialidades primarias de la zona, en las calles locales, la existencia de este señalamiento es nulo, de acuerdo a lo observado durante el inventario; las señales que se identificaron en la zona son señales restrictivas, preventivas e informativas de destino y de servicio. Es importante señalar, que este tipo de señalamiento proporcionan a los usuarios de la red vial información sobre las condiciones en las que debe operar el flujo de tránsito vehicular para canalizarlo en las vialidades de la zona, por otro lado.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Figura 31. Señalamiento Vertical en la zona de estudio

Las señales verticales que se encontraron en la zona de estudio; La mayor parte de ellas se encuentran en buenas condiciones, y otra parte en regulares condiciones y la menor parte en malas condiciones físicas en completo deterioro, este señalamiento cumple con las especificaciones establecidas en el manual de dispositivos para el control del tránsito.

Las señales que se identificaron fueron señales preventivas, restrictiva e informativas; dentro de las señales restrictivas se presentan; Señal de Límite de Velocidad SR-9, Señal de Prohibido Rebasar SR-18ª2, Señal de Prohibido Estacionarse SR-22, Señal de Prohibido la Vuelta a la Izquierda SR-24, Señal de Prohibido el Retorno SR-25, Señal de Prohibido Seguir de Frente SR-26, Señal de Prohibido el Paso de Vehículos Pesados SR-32 y Señal de Uso del Cinturón de Seguridad SR-34, del señalamiento preventivo se cuentan solo con; Señal de Curva SP-6, Señal de Salida SP-19, Señal de Cruce de Peatones SP-32 Señal de Cruce de Escolares SP-33, Señal de Semáforo SP-37 y Señal de Reductor de Velocidad SP-41, dentro de las Señales Informativas de Servicio se encontraron; Señal de información General SIR, Señal de Medico SIS-17, Señal de Kilometraje con Ruta SII-14, del informativo de destino se cuenta con; Señal de Acceso a Poblado SID-8, Señal de Entronque SID-9 y Señal de Cruce SID-10, por lo que hay una cantidad razonable de señales de tránsito, en con condiciones físicas buenas y algunas en regulares condiciones, que cumple satisfactoriamente con la función de encausas y regular al tránsito vehicular además de dar seguridad los conductores y peatones en la zona.

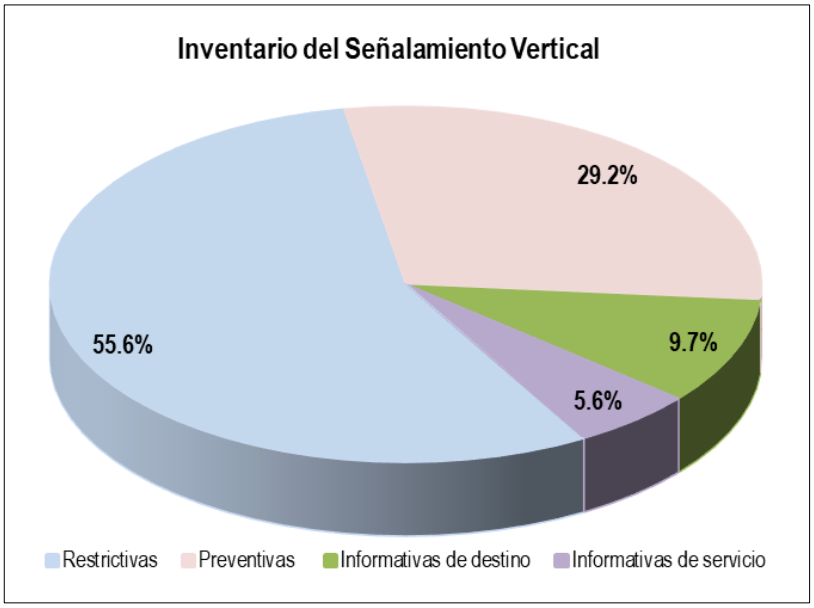
Respecto a los tipos de soporte sobre los que han sido fijadas las señales verticales; se encontró que un porcentaje importante tienen soportes tubulares propios, acordes a la normatividad vigente.

De acuerdo con la información obtenida en campo con los inventarios realizados en la zona se tiene que existen 72 señales verticales de tránsito en la zona en el corredor de estudio; distribuidos en el 55.6% son señales restrictivas, preventivas el 29.2%, las señales informativas de destino representan el 9.7% y de señales informativas de servicio se cuenta con el 5.6%, las cuales se resumen en la tabla y grafica siguiente:

Tipo de Señal	Cantidad	%
Restrictivas	40	55.6%
Preventivas	21	29.2%
Informativas de destino	7	9.7%
Informativas de servicio	4	5.6%
Total	**72**	**100.0%**

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Tabla 21. Resumen del señalamiento existente en el trazo de la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Gráfica 10. Composición y Distribución del señalamiento Vertical.

Resultado del inventario se concluye que se requiere de una dotación suficiente de señales tanto verticales como horizontales en la zona en especial en los cruceros de mayor volumen peatonal con el propósito de brindar seguridad y controlar los movimientos vehiculares y peatonales dentro de la zona de estudio. La falta de señales y la condición que guarda se debe a que no han sido objeto de un mantenimiento permanente al que debe ser sometido y porque en algunos casos han sido dañado por el vandalismo o el por el propio tránsito vehicular.

C) Inventario de Semáforo.

Dentro de los inventarios realizados en la zona de estudio se identificaron también los dispositivos del control del tránsito semáforos los cuales se ubicaron en el crucero siguiente;

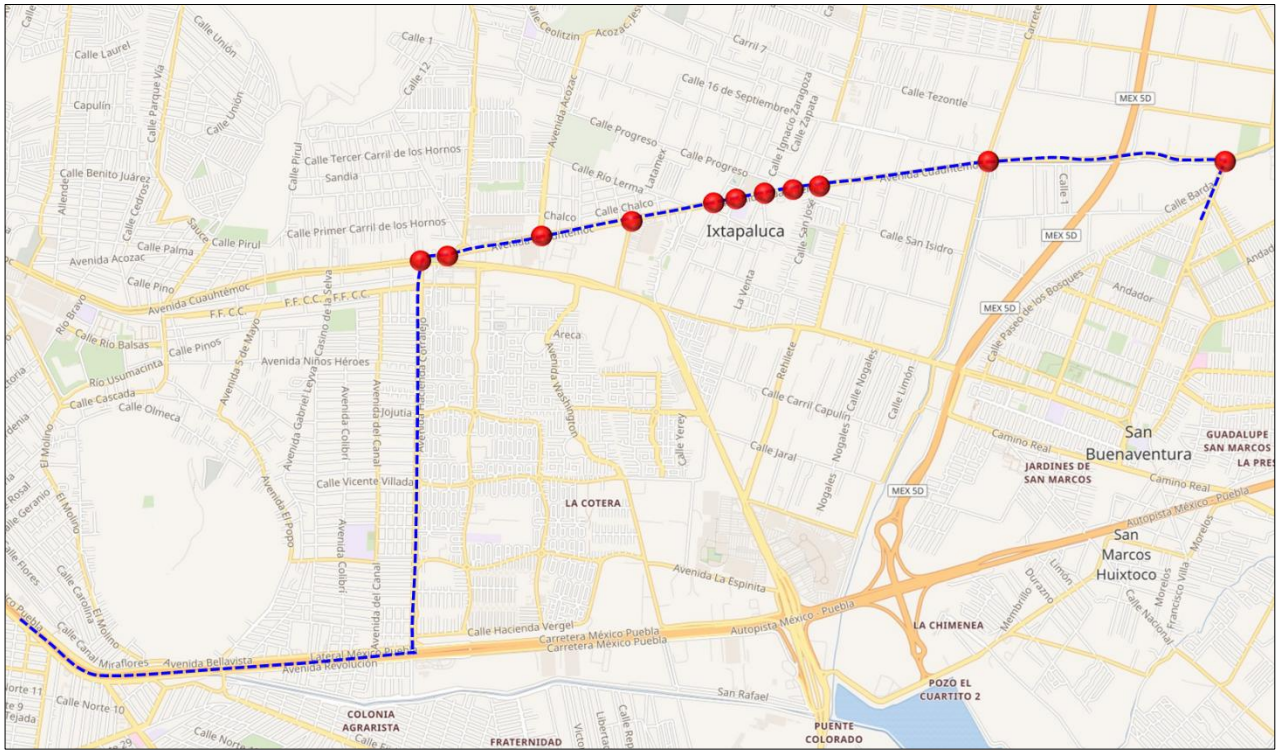
- Carreteras México - Puebla libre y Paseo de San Buenaventura.
- Av. Cuauhtémoc y TC México Puebla - San Vicente.
- Av. Cuauhtémoc y Calle Francisco Villa.
- Av. Cuauhtémoc y Plaza Pilares.
- Av. Cuauhtémoc y Calle Ignacio zaragoza.
- Av. Cuauhtémoc y Calle Hidalgo.
- Av. Cuauhtémoc y Calle Benito Juárez
- Av. Cuauhtémoc y Calle Vigilantes
- Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac.
- Av. Cuauhtémoc y Carreteras México – Cuautla.
- Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara.

Como resultado de los recorridos efectuados, se observó en las intersecciones semaforizadas de la zona de estudio, estas carecían de una sincronización entre los semáforos en línea sobre la Av. Cuauhtémoc, lo que interrumpe el flujo libre del tránsito vehicular generando problemas a lo largo del trazo. Del inventario realizado cabe destacar lo siguiente:

- Actualmente existen en operación 11 intersecciones semaforizadas (al momento de realizar el inventario).
- El tipo de control de los semáforos en las 11 intersecciones es mecánico y electrónico.
- Los semáforos sobre la vialidad principal no se encuentran sincronizada.
- Los semáforos de las intersecciones funcionan con tres programas durante el día.
- 6 intersecciones semaforizadas funcionan con tres fases y 5 con dos fases.
- Los tiempos de ciclo de las intersecciones semaforizadas varían, 6 tienen una longitud de ciclo de 120 segundos, 2 de 125 segundos, una con 110 segundos y 2 de 100 segundos.

En la figura siguiente se localizan las intersecciones semaforizadas. Como parte de los trabajos de campo, se realizó un inventario físico, de los cruceros semaforizados que están operando actualmente, los trabajos abarcan el levantamiento de los ciclos y fases, el

inventario también incluye la ubicación detallada de los semáforos que regulan cada uno de los accesos de la intersección, así como la ubicación del poste del controlador general.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales de los semáforos.

Figura 32. Localización de las intersecciones semaforizadas en trazo de la Av. Cuauhtémoc.

En el anexo de semáforos se encuentran los croquis de cada una de las intersecciones semaforizadas con sus respectivas fases y reparto de tiempos.

En la tabla siguiente, se presentan los ciclos, número de fases y su duración de cada una de las intersecciones inventariadas.

Intersección	Tiempo de Ciclo	Num. de Fases	Face 1			Face 2			Face 3		
			V	A	R	V	A	R	V	A	R
Carreteras México - Puebla libre y Paseo de San Buenaventura.	100	2	70	3	27	24	3	73			
Av. Cuauhtémoc y TC México Puebla - San Vicente.	110	3	27	3	80	37	3	70	37	3	70
Av. Cuauhtémoc y Calle Francisco Villa.	120	3	30	3	87	52	3	65	29	3	88
Av. Cuauhtémoc y Plaza Pilares.	120	2	82	3	35	12	3	105			
Av. Cuauhtémoc y Calle Ignacio zaragoza.	120	2	24	3	93	90	3	27			
Av. Cuauhtémoc y Calle Hidalgo.	125	2	27	3	95	92	3	30			
Av. Cuauhtémoc y Calle Benito Juárez	125	3	75	3	47	16	3	106			
Av. Cuauhtémoc y Calle Vigilantes	120	3	55	3	62	21	3	86	35	3	82
Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac.	100	3	29	3	68	47	3	50	154	3	82
Av. Cuauhtémoc y Carreteras México – Cuautla.	120	2	67	3	50	47	3	70			
Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara.	120	2	67	3	50	47	3	70			

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales de los semáforos.

Tabla 22. Resumen de los tiempos de ciclo, faces y reparto de los tiempos, de las intersecciones semaforizadas en trazo de la Av. Cuauhtémoc.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales de los semáforos.

Figura 33. Intersecciones semaforizadas en trazo de la Av. Cuauhtémoc.

D) Movimientos Vehiculares y Secciones Transversales

Dentro de las intersecciones analizadas que se encuentran dentro de la zona de estudio donde se ubica el trazo del proyecto, y que fueron aforadas y donde se observó que estas se encuentran constituidas geométricamente por 3 o 4 accesos, además de tres y cuatro carriles por sentido por acceso, las intersecciones en forma de "+" donde geométricamente por su diseño se facilitan los movimientos continuos con precaución para inducir vueltas derechas o izquierdas; las intersecciones que presentan una forma en "T" de dos sentidos de circulación; en este caso los movimientos presentan dificultad al realizarse sobre todo las vueltas izquierda y derecha porque se contraponen con otros movimientos que interactúan simultáneamente con el tránsito vehicular, esta situación dificultando aún más en la operación, provocando en algunos casos congestionamientos y el incrementa en los tiempos de recorrido de los usuarios y los costos de operación de los vehículos, aunado al deterioro de la calidad del aire por la emisión de contaminantes.

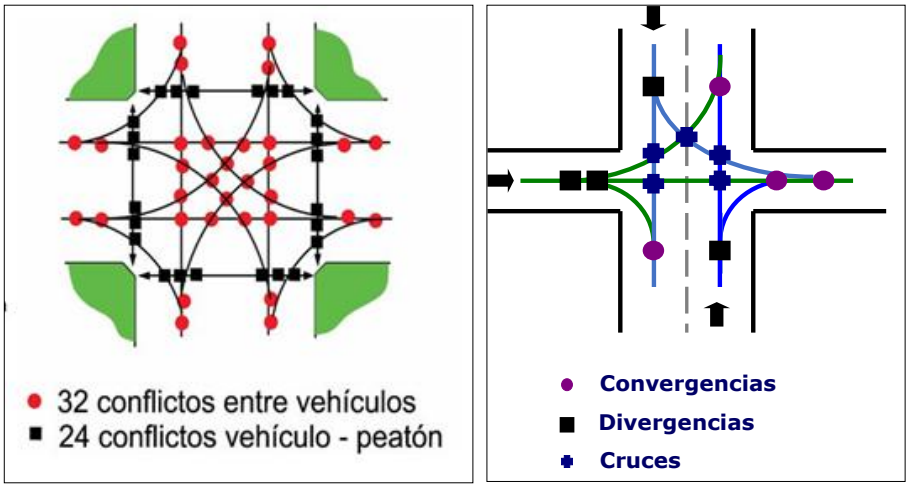


Figura 34. Puntos de conflicto existentes en las intersecciones.

Con el fin de plasmar la operación de los volúmenes de tránsito de las intersecciones de analizadas en el corredor vial del trazo del proyecto de la Línea del Trolebús Ixtapaluca que da movilidad a la zona donde se encuentra inmerso, así como los volúmenes de los movimientos vehiculares que provienen de sus diferentes accesos con los que se intercepta, tomando en cuenta además de las características físicas que incluye, los anchos de secciones transversales, el número de carriles y los sentidos de circulación, de los cruceros más representativos dentro en la zona que se analizaron en este estudio de tránsito.

En lo que respecta a las secciones transversales, de las intersecciones consideradas para análisis. En la tabla siguiente se hace un resumen de las secciones transversales de cada una de ellas, donde se indica la sección del arroyo de circulación, las banquetas, si cuenta o no con camellón, así como su ancho y su distribución en el tramo vial del trazo del corredor de Av. Cuauhtémoc y Av. Hacienda Corralejo además del sentido.

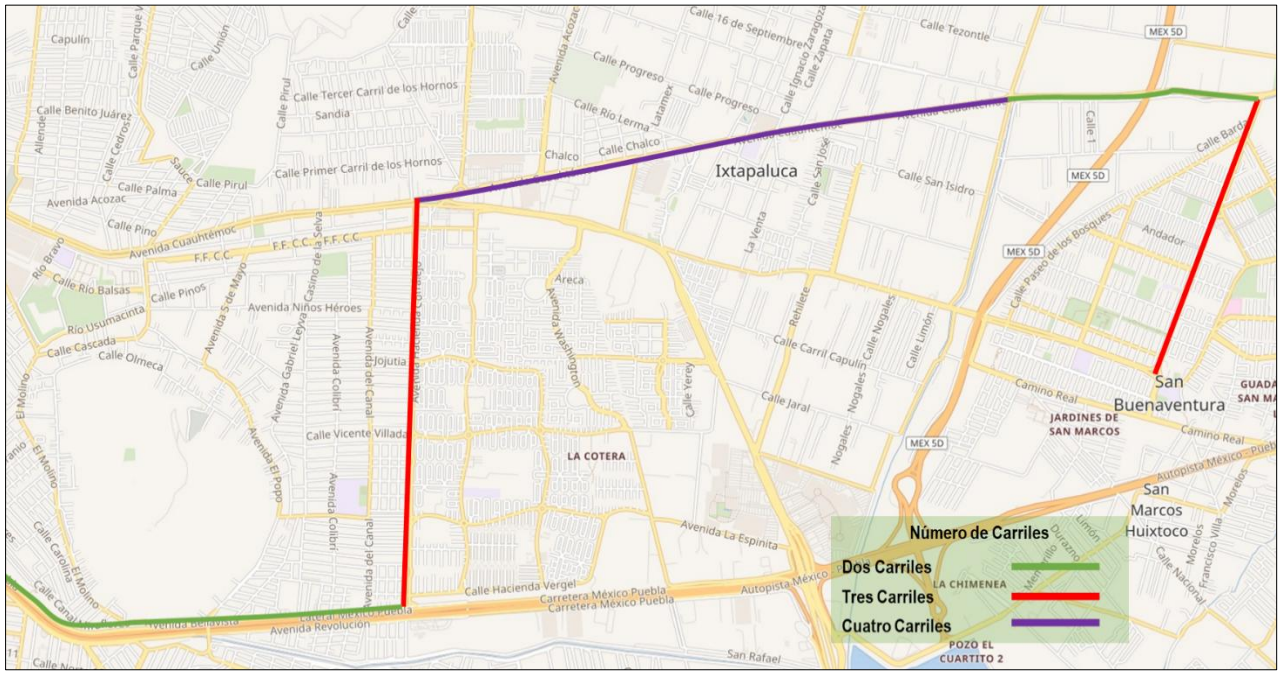
Vialidad principal	Tramo	Banqueta	Arroyo	Camellon	Banqueta	Hancho de Sección
Av. Canal de Sta. Bárbara y Av. Hacienda Corralejo	Av. Hacienda Valparaiso - Lateral de la Autopista Mexico Puebla	1.5	17.7	9.3	0.0	28.5
Av. Canal de Sta. Bárbara y Av. Hacienda Corralejo	Av. Hacienda Valparaiso - Av. Hacienda Ojo de Agua	1.0	29.3	0.0	1.0	31.3
Av. Canal de Sta. Bárbara y Av. Hacienda Corralejo	Av. Hacienda Ojo de Agua - Av. Cuauhtémoc	1.6	18.1	6.6	8.0	34.3
Av. Cuauhtémoc	Av. Canal de Sta. Bárbara - Carretera Federal Cuautla - México	10.2	31.4	16.4	0.0	58.0
Av. Cuauhtémoc	Carretera Federal Cuautla - México - Blvd. Acozac	1.6	34.4	2.1	1.6	39.7
Av. Cuauhtémoc	Blvd. Acozac - Calle Vigilante	2.3	28.7	2.1	1.4	34.5
Av. Cuauhtémoc	Calle Vigilante - Calle Centenario	1.4	27.3	1.4	0.0	30.1
Av. Cuauhtémoc	Calle Centenario - Calle 2 Marzo	2.7	25.5	1.5	1.9	31.6
Av. Cuauhtémoc	Calle 2 Marzo - Carretera San Franscisco Acuautla	1.3	27.9	1.5	1.4	32.1
Av. Cuauhtémoc	Carretera San Franscisco Acuautla	4.7	29.1	1.4	7.3	42.5
Carretera Federal México - Puebla	Carretera San Franscisco Acuautla - Av. Paseo de San Buenaventura	0.5	12.0	0.2	0.0	12.7

Dónde: SR= Superficie de Rodamiento; B=Banqueta; CC= Camellón Central

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Tabla 23. Resumen de Secciones transversales en intersecciones de mayor impacto.

Las secciones transversales registradas sobre la Av. Cuauhtémoc, del tramo que cruzan la cabecera municipal y que pertenece al trazo del proyecto, oscilan entre 30.1 a 58.0 metros, en donde se alojan 3 y 4 carriles de circulación por sentido, las secciones totales de las vialidades estudiadas incluyen las aceras y camellón central, y presentan variaciones significativas sobre todo en el arroyo vehicular y a la presencia de las banquetas y el camellón central con que cuenta y presentan diferentes ancho de sección, éstas constituyen la separación física del peatón del arroyo vehicular; para este caso existe un ancho de acera en el trazo que oscila entre el 1.50 a 10.20 metros, como se observa en la tabla anterior, las secciones observadas en las intersecciones de estudio son en términos generales adecuadas en su ancho, puede alojar en promedio tres y cuatro carriles que van desde los 3.00 hasta los 3.50 metros y si consideramos que en general cuentan con doble sentido de circulación, esto mejora la operación del tránsito vehicular de la zona.



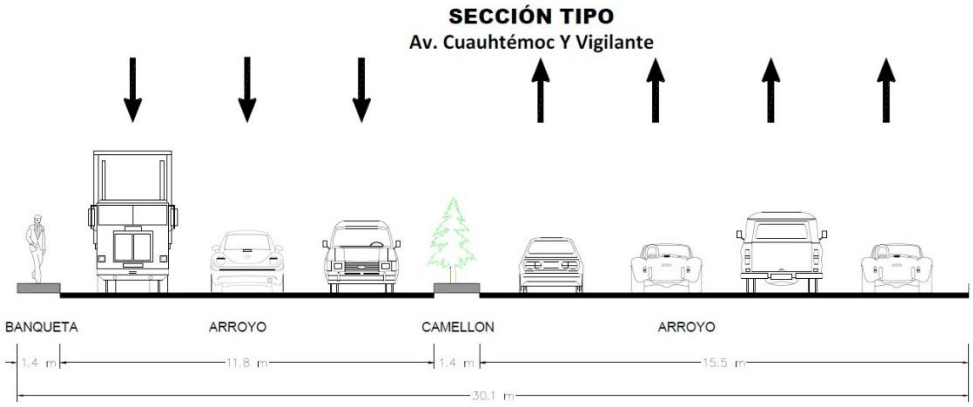
Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Figura 35. Red vial que presenta tres y cuatro carriles por sentido en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Figura 36. Ejemplo de la una de las secciones tipo sobre la Av. Cuauhtémoc y calle vigilantes.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Figura 37. Ejemplo de la una de las secciones tipo sobre la Av. Cuauhtémoc y calle vigilantes.

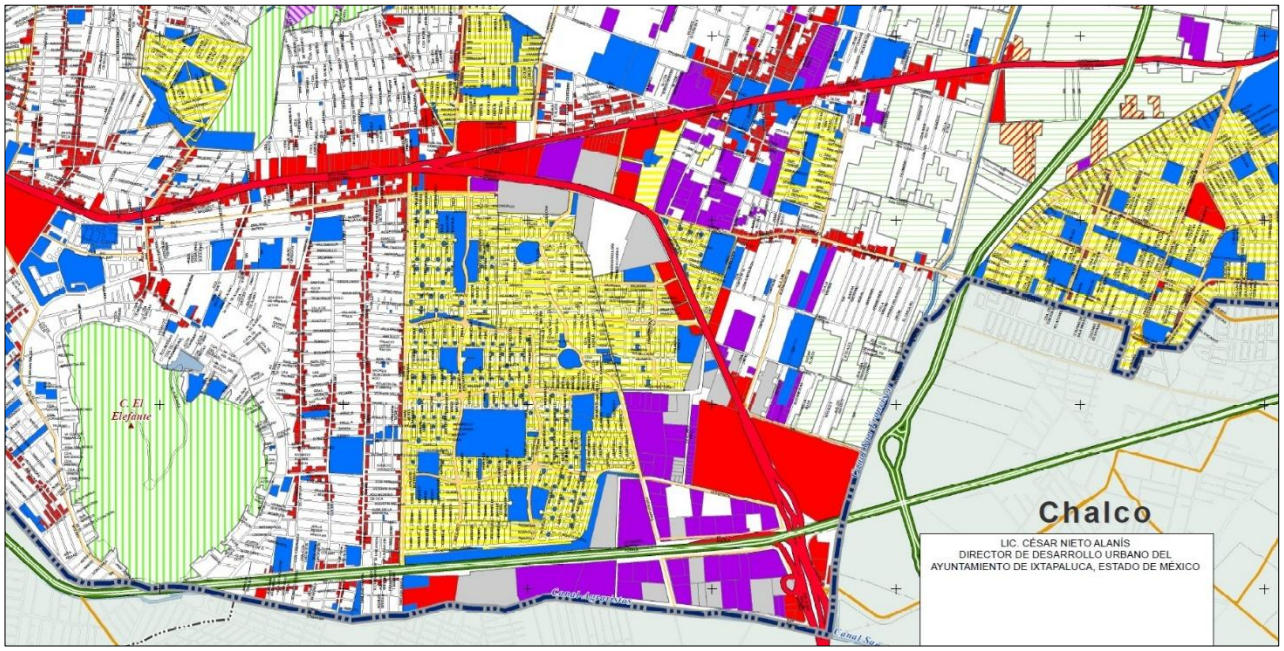


Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios viales.

Figura 38. Tipo de secciones sobre el trazo de la Av. Cuauhtémoc y en la Av. Canal de Santa Barbara.

E) Estacionamiento en la Vía Pública

Cabe mencionar que la Av. Cuauhtémoc. En el tramo considerado para este proyecto comprende una parte importante del centro de la cabecera municipal de Ixtapaluca, misma que es considerada dentro del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del municipio, como la vialidad principal y más importante, siendo el eje principal del municipio, en ella convergen las vialidades que conectan a los pueblos originales de Tlalpizáhuac, Ayotla Tlapacoya e Ixtapaluca, mismos que junto con las colonias, conjuntos urbanos y fraccionamientos que se desarrollaron, unos de manera irregular y otro formalmente, conforman el principal tejido urbano de la cabecera municipal de Ixtapaluca, bajo esta consideración es lógico pensar que la zona por donde se encuentra su trazo en sus horillas, se encuentra clasificada dentro del uso de suelo como una zona comercial y de servicios como se muestra en la siguiente figura, a partir de esta definición es que se da la interpretación de oferta del estacionamiento en la zona.



Fuente: DENUE INEGI, 2018, Ayuntamiento de Ixtapaluca y recorridos de campo.2018. (PMDU)

Figura 39. Uso de suelo de la Av. Cuauhtémoc de acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano.

El estacionamiento en la zona de estudio se da generalmente en algunos tramos en cordón en la vía pública y fuera de la vía pública en batería. Las condiciones observadas del estacionamiento en la vía pública como fuera de ella se registraron de la siguiente manera, dando un total de 2,843 cajones disponibles en la zona del trazo del corredor del proyecto.

La demanda se determinó en las horas de mayor concentración de vehículos en la zona del trazo del corredor del proyecto. El estudio consistió en contar el número de vehículos

estacionados en la hora pico de demanda de estacionamiento, obteniéndose los siguientes resultados:

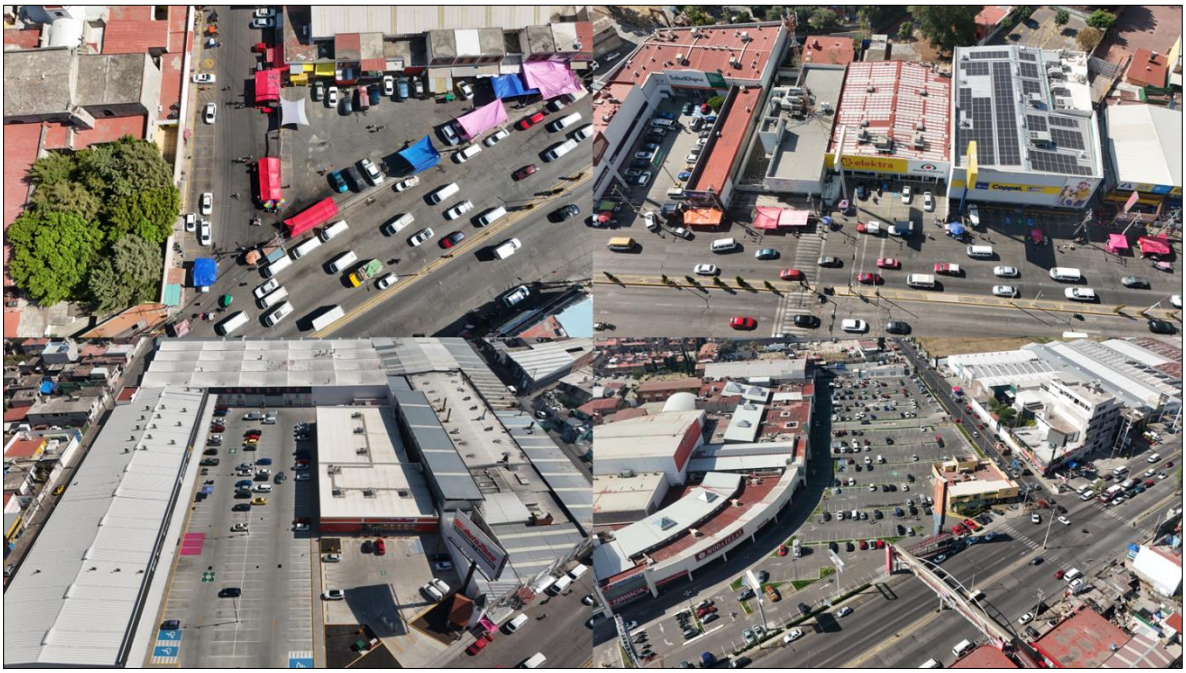
- En espacios libres en la vía pública, fueron 469 vehículos estacionados en el sentido de oriente a poniente se identificaron 174, en el sentido de poniente a oriente fueron 190, y sobre la Av. Canal de Santa Barbara fueron 38 en el sentido de norte a sur y 67 en el sentido de sur a norte.
- Cabe destacar que del total de los vehículos estacionados la vía pública el 77.6% lo hace en lugares prohibidos o no permitido.
- El corredor principal del proyecto comprende los tramos de las vialidades de la Av. Cuauhtémoc y la Av. Corralejo, sobre la Av. Cuauhtémoc se identificaron 65 negocios que cuentan con espacios de estacionamientos para sus clientes.
- Los Vehículos en estacionamiento privado (Plazas comerciales, oficinas, bancos, comercios, etc.), fueron 2,374 espacios de estacionamiento, de estos 1,289 espacios de estacionamiento con una ocupación promedio del 33.8%, se encuentran en los negocios que se encuentran en el sentido poniente a oriente, en el sentido oriente a poniente se contabilizaron 1,085 espacios disponibles, con una ocupación promedio del 23.6%.
- Cabe destacar que, de los 2,374 espacios disponibles de estacionamiento, el 57.7% pertenecen a 5 plazas comerciales y cobran por el servicio. El resto de los espacios de estacionamiento son de pequeños comercios.
- Es importante destacar que en las plazas comerciales se disponen de espacios de estacionamiento para Motocicletas y Bicicletas, en estas se identificaron 333 motocicletas estacionadas y 43 bicicletas.
- Se identificaron además que dentro de la oferta de estacionamiento en la zona se disponen de 96 espacios de estacionamiento para discapacitados.

Ver cuadros de oferta y demanda del estacionamiento.

Calle por donde circula	Tramo	Sentido	Numero de vehículos estacionados	Estacionamiento permitido
Av. Cuauhtémoc	Carr. a Cuautla-Acozac	Pte - Ote	21	No
Av. Cuauhtémoc	Calle Acozac - Calle Vigilantes	Pte - Ote	30	No
Av. Cuauhtémoc	Calle Benito Juárez - Calle Ignacio Zaragoza	Pte - Ote	26	No
Av. Cuauhtémoc	Calle Ignacio Zaragoza - Calle Francisco Villa	Pte - Ote	21	No
Av. Cuauhtémoc	Calle Francisco Villa - Carr. a San Francisco	Pte - Ote	75	No
Av. Cuauhtémoc	Carr. a San Francisco - San Buenaventura	Pte - Ote	1	No
Av. Cuauhtémoc	Av. San Buenaventura - Carr. a San Francisco	Ote - Pte	24	No
Av. Cuauhtémoc	Carr. a San Francisco - Francisco Villa	Ote - Pte	19	No
Av. Cuauhtémoc	Calle Francisco Villa - Calle Ignacio Zaragoza	Ote - Pte	26	No
Av. Cuauhtémoc	Calle Ignacio Zaragoza – Calle Benito Juárez	Ote - Pte	21	No
Av. Cuauhtémoc	Calle Benito Juárez - Calle Vigilantes	Ote - Pte	35	No
Av. Cuauhtémoc	Calle Vigilantes – Blvd. Acozac	Ote - Pte	34	No
Av. Cuauhtémoc	Blvd. Acozac - Calle Cuautla	Ote - Pte	31	No
Av. Canal de Santa Barbara	Av. Canal de Santa Barbara	Nte - Sur	38	Si
Av. Hacienda Corralejo	Av. Hacienda Corralejo	Sur - Nte	67	Si

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios de Estacionamiento.

Tabla 24. Resumen del estacionamiento en la vía pública de la Av. Cuauhtémoc y Av. Hacienda Corralejo.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios de Estacionamiento.

Figura 40. Estacionamiento en la fuera de la vía pública de la Av. Cuauhtémoc.

Nombre / Referencia	Calle por donde circula	Sentido	Numero de Cajones	Numero de cajones ocupados	Lugar para Motocicletas	Numero de Motocicletas Estacionadas	Lugar para Bicicletas	Numero de Bicicletas Estacionadas	Numero de Cajones Reservados
Waldos	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	54	50	No	3	No	0	2
Bodega Aurrera Santa Barbara	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	194	31	Si	90	Si	6	17
Panadería Esperanza	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	36	24	Si	20	No	0	0
Farmacias del Ahorro	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	6	2	No	0	No	0	1
G500	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	12	10	No	0	No	0	2
Agencias FERSAN	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	5	5	Si	9	No	0	0
Agencia Suzuki	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	2	2	No	0	No	0	1
Tescochina	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	386	68	No	6	No	2	9
"International Fitnes"	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	8	4	Si	20	No	0	0
Laboratorio Azteca	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	6	0	No	0	No	0	0
Corporativo "Bajo"	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	8	2	No	0	No	0	0
"Mundo de los Azulejos"	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	11	0	No	0	No	0	0
"Iglesia Universal"	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	20	2	No	0	No	0	0
Tienda Abarrotes "Scorpion"	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	8	0	No	0	No	0	0
"Paquete Express"	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	5	0	No	0	No	0	0
"GERSA"	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	5	0	No	0	No	0	0
"Zapatería Lupita"	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	10	3	No	0	No	0	0
Autotop	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	13	1	No	0	No	0	0
Galerías Ixtapaluca	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	359	155	Si	30	Si	18	25
Plaza Estrella Ixtapaluca	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	16	6	No	0	No	0	0
Medico Geovillas	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	15	4	No	0	No	0	0
Restaurante "Little Ceasars"	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	6	3	No	0	No	0	0
Frontón Ixtapaluca	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	10	7	No	0	No	0	1
Panadería Lecaroz	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	4	4	No	0	No	0	0
Gasolinera Pemex ES-02942	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	21	14	No	0	No	0	1
Farmacias Similares	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	2	1	No	0	No	0	0
Apoyo Económico	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	4	2	No	0	No	0	0
Coppel Ixtapaluca	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	6	2	No	1	No	0	2
Elektra Ixtapaluca	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	8	3	No	8	No	0	1
Salud Digna	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	19	21	No	1	No	0	2
Óptica Americana	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	5	2	No	0	No	0	0
Comercial Herpool	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	14	3	No	1	No	0	0
Funerales - Ferremundo	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	7	2	No	2	No	0	0
CONSTRURAMA	Av. Cuauhtémoc	Pte - Ote	4	3	No	1	NO	0	0

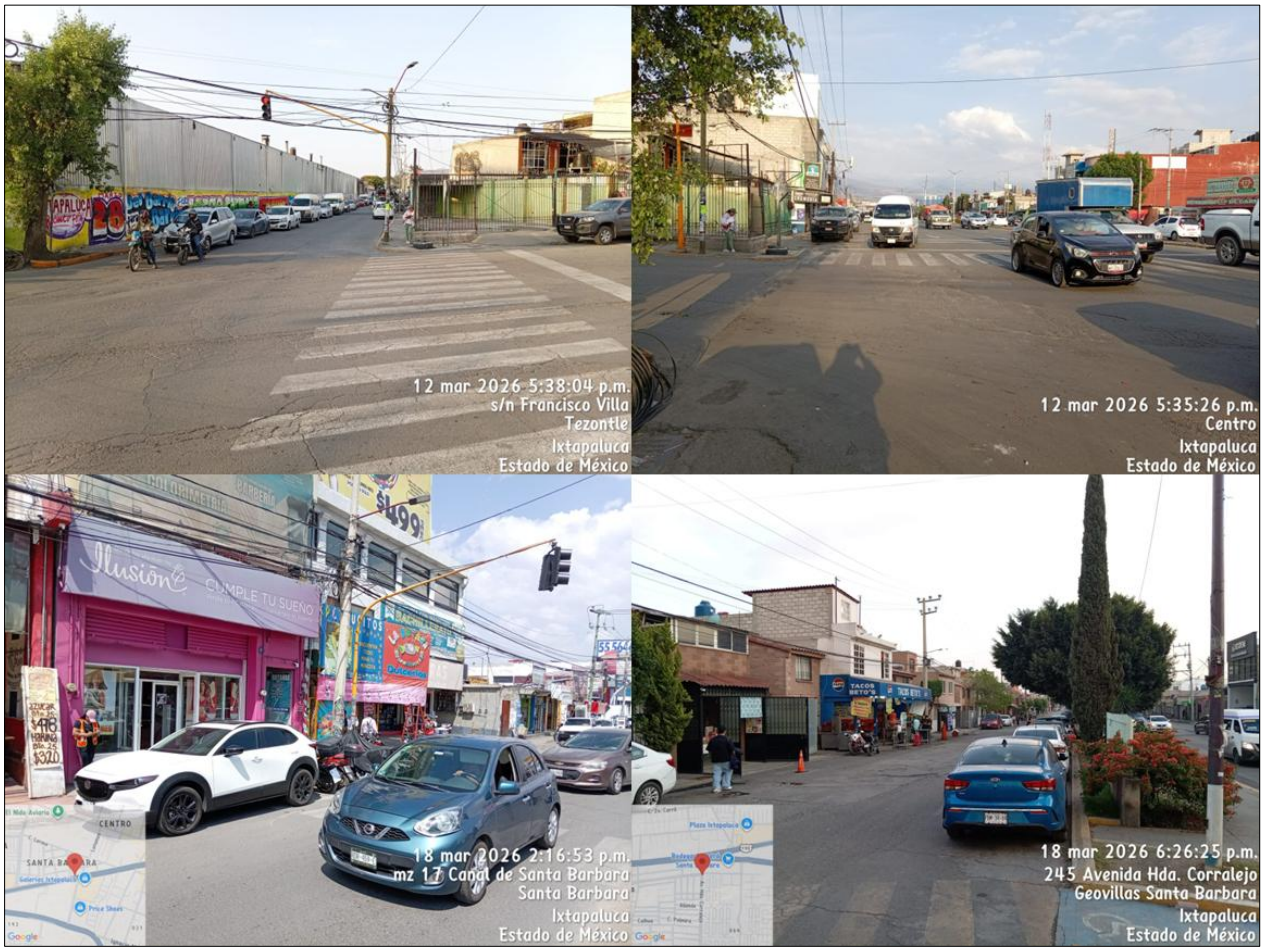
Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios de Estacionamiento.

Tabla 25. Resumen del estacionamiento fuera de la vía pública de la Av. Cuauhtémoc y Av. Hacienda Corralejo sentido poniente a oriente.

Nombre / Referencia	Calle por donde circula	Sentido	Numero de Cajones	Numero de cajones ocupados	Lugar para Motocicletas	Numero de Motocicletas Estacionadas	Lugar para Bicicletas	Numero de Bicicletas Estacionadas	Numero de Cajones Reservados
Restaurante "Carnitas El Wero"	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	25	5	No	1	No	0	0
Bodega de Frutas, Verduras y Chiles Secos	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	3	1	No	0	No	0	0
Salón de Eventos Adriana	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	5	3	No	0	No	0	0
Hospital de Carburadores	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	3	1	No	0	No	0	0
Vulcanizadora	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	3	0	No	0	No	0	0
Birlos, Suspensiones	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	5	2	No	0	No	0	0
Extintores - Parabrisas	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	19	5	No	0	No	0	0
Radiadores - Tacos El Norteño	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	10	3	No	0	No	0	0
Tianguis Ejidal Ixtapaluca	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	21	10	No	0	No	0	0
Tienda AK	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	2	0	No	0	No	0	0
Autozone	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	21	8	No	0	No	0	1
Plaza Pilares	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	133	40	Si	4	No	0	4
Farmacias del Ahorro	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	5	1	No	0	No	0	1
Mercado Evolución	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	25	15	No	3	No	0	0
Casa de Cultura Ixtapaluca	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	11	8	No	0	No	0	0
Dulcería - Pinturas Berel	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	11	6	No	0	No	0	0
Convertipap	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	4	2	No	0	No	0	0
Farmacias Gualajara	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	4	0	No	0	No	0	1
Farmacia San Pablo	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	2	2	No	2	No	1	1
Tienda OXXO	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	8	1	No	1	No	0	0
Printshop - Modelorama	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	13	5	No	2	No	0	0
Soldadura - Extintores	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	6	3	No	13	No	0	0
Perfiles y Aceros Cuauhtémoc	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	7	2	No	0	No	0	0
Ortopedia - Tintorería	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	12	7	No	2	No	0	0
Uniformes Industriales – Tiendas Oxxo	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	22	2	No	8	No	0	0
Plaza Ixtapaluca	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	667	113	Si	105	Si	16	21
Money Car	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	9	5	No	0	No	0	0
Concesionaria KIA	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	8	4	No	0	No	0	1
Gasolinera ES-06598	Av. Cuauhtémoc	Ote - Pte	4	0	No	0	No	0	1
Concesionaria Renault	Av. Hacienda	Pte - Ote	6	2	No	0	No	0	0
Distribuidora de Carne - Farmacia Guadalajara		Nte - Sur	11	0	No	0	No	0	1

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios de Estacionamiento.

Tabla 26. Resumen del estacionamiento fuera de la vía pública de la Av. Cuauhtémoc y Av. Hacienda Corralejo sentido oriente a poniente.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios de Estacionamiento.

Figura 41. Estacionamiento en la vía pública de la Av. Cuauhtémoc y en Av. Canal de Santa Barbara.

F) Trasporte de carga

En cuanto al transporte de carga podemos decir que existe poca presencia de este tipo de vehículos dentro de la corriente del tránsito vehicular que se desplaza por la Carretera Federal MEX-190 México – Puebla (Av. Cuauhtémoc) este representa solo un 2.6% del tránsito total registrado en la estación maestra, de estos 2.0% corresponde al tipo de vehículo de Camiones de 2 ejes, que seguramente abastecen los comercios que hay en la zona, este tránsito vehicular se incluye dentro del análisis de la asignación de tránsito, previa a los análisis de capacidad y la obtención de los niveles de servicio.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los recorridos en la zona de estudio.

Figura 42. Tipo de transporte de carga registrado en la zona

Cabe hacer mención que en este momento el paso de vehículos de carga por la zona no se encuentra restringido a su circulación sobre la Av. Cuauhtémoc única vialidad principal del municipio, considerada así dentro del plan municipal de desarrollo urbano, sin embargo, por tratarse de una zona habitacional y comercial se entiende que no se encuentre limitado su desplazamiento por esta vialidad donde se ha planteado el proyecto, ya que no cuentan con las condiciones para alojar la circulación de vehículos de gran capacidad, dentro de las calles locales de la zona se observó la circulación de algunos vehículos de carga de baja capacidad que abastecen los pequeños comercios del lugar, la vialidad por donde se desplaza mayormente este tipo de vehículos es sobre la Autopista MEX-150D México – Puebla o sobre el Circuito Exterior Mexiquense, ya que estas vialidades presentan características físicas adecuadas para albergar el paso de estos vehículos de mediana y gran capacidad, los cuales no tiene como origen y/o destino de su viaje la zona de estudio ya que van de paso.

G) Tipos de pavimento

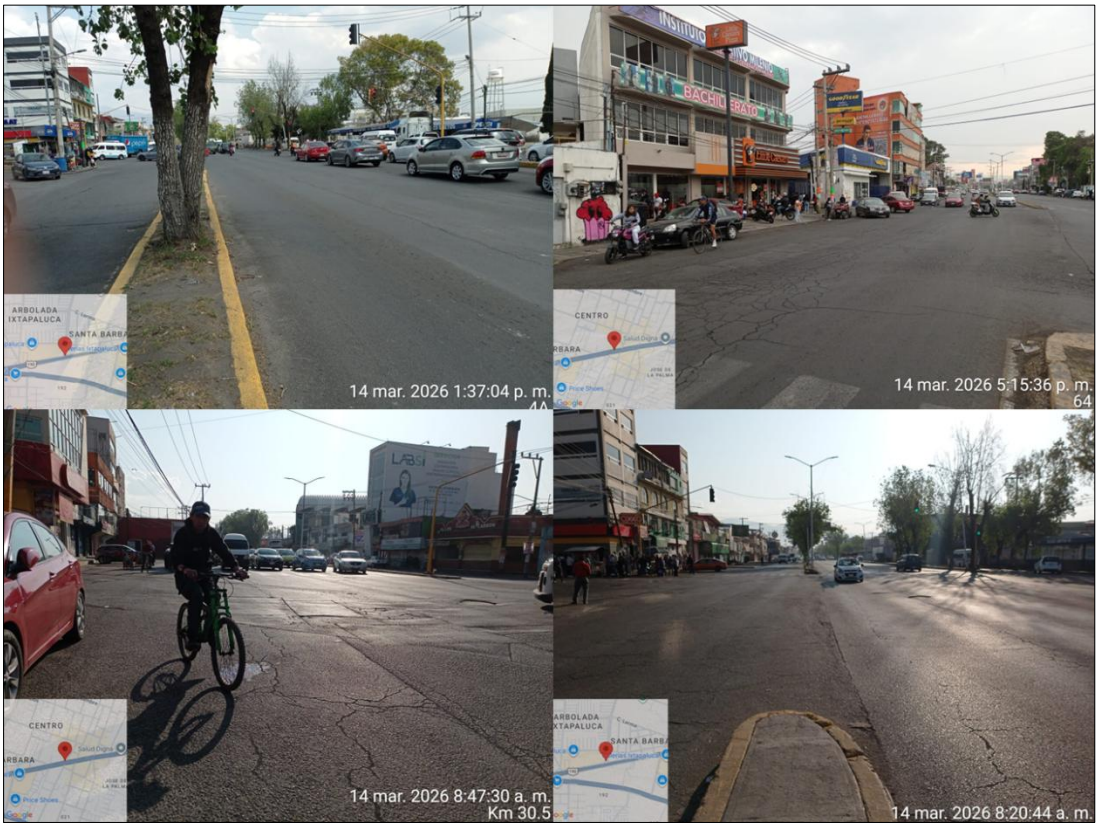
En cuanto al tipo y condición del pavimento en la zona de estudio donde se el tramo vial del trazo del corredor de Av. Cuauhtémoc y Av. Hacienda Corralejo, la Av. Cuauhtémoc

presenta una superficie de rodamiento del tipo Asfalto en regulares condiciones físicas, presentando agrietamientos y algunos baches, en el resto de la red vial que conforma la zona de estudio, a los costados de la avenida en las calles adyacentes al corredor, se puede observar que también se cuenta con una superficie de rodamiento en las mismas condiciones aunque un poco más dañadas, por otro lado el tramo de la Av. Hacienda Corralejo presenta el cuerpo oriente una superficie de rodamiento formado por Asfaltico en malas condiciones, en cuanto a la superficie de rodamiento que presenta el cuerpo poniente este es de concreto Hidráulico en regulares condiciones, cabe resaltar que esta vialidad presenta dos cuerpo separados por un camellón central en donde cada cuerpo de la vialidad debería tener un solo sentido, sin embargo esto no es así, ya que cada cuerpo cuenta con doble sentido de circulación desde la calle Ferrocarril hasta la Lateral de Autopista México - Puebla, esta situación observada en la superficie de rodamiento limita la operación del tránsito en la red vial del tramo. En las figuras siguientes se presenta la distribución física de los diferentes tipos de superficies de rodamiento que hay en la zona de estudio y algunos ejemplos de ellas.



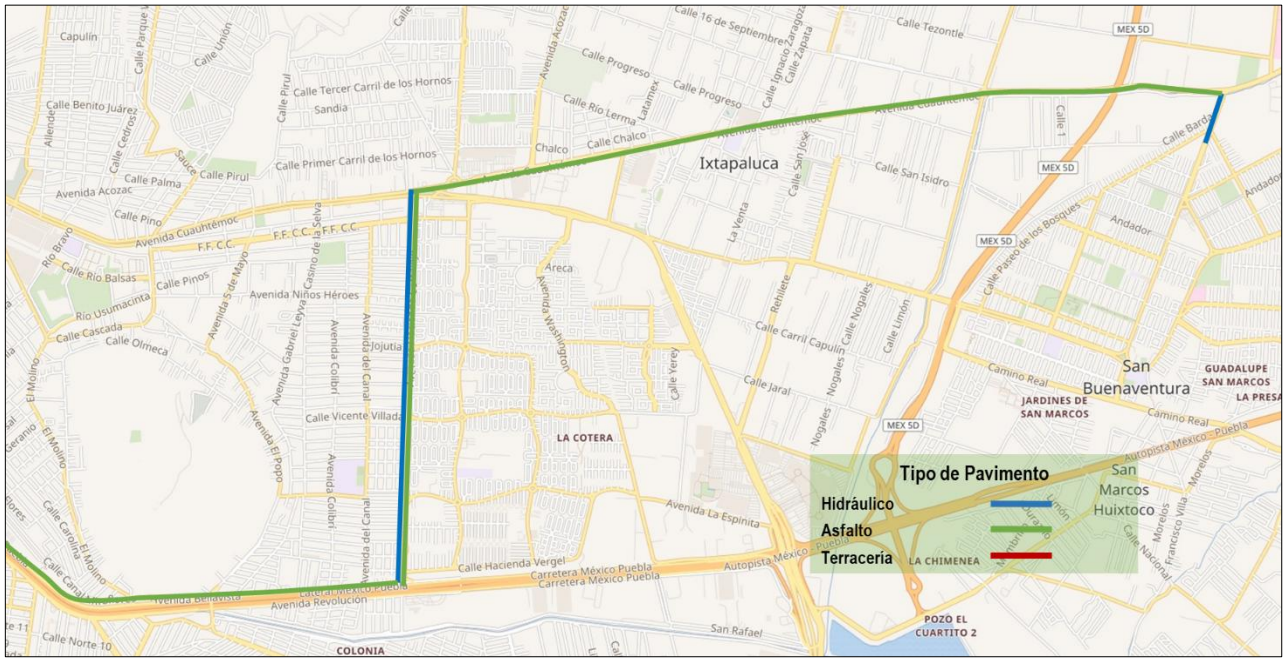
Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los recorridos en la zona de estudio.

Figura 43. Tipos de Pavimentos en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los recorridos en la zona de estudio.

Figura 44. Estado físico del pavimento en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los recorridos en la zona de estudio.

Figura 45. Distribución del tipo de pavimento existente en la zona de estudio

H) Accesibilidad del Transporte Público

Con el propósito de conocer la movilidad que se da en el sistema de Transporte Público Urbano en el municipio se realizar el inventario de las rutas de transporte que circulan en el tramo del trazo de la línea del proyecto del Trolebús Ixtapaluca, de donde se desprende la información siguiente.

Dentro de la conurbación del municipio de Ixtapaluca el cual pertenece a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, la necesidad de transporte público de la población residente para integrarse y comunicarse dentro del mismo, así como con otros municipios y alcaldías vecinas de la Zona Metropolitana, lo hacen a través del transporte público.
El sitio donde se ubica el trazo del proyecto del Trolebús Ixtapaluca es atendida por cinco empresas o asociaciones de transporte que a través de 12 rutas de trasporte público que tienen su base casi todas ellas en el centro de la cabecera municipal sobre la Av. Cuauhtémoc, la mayor parte de estas rutas, hacen su derrotero sobre gran parte de la avenida, y algunas otras la utilizan en un tramo y son las que llegan a los fraccionamientos y colonias que existe en la parte norte y sur de la Av. Cuauhtémoc, en cuanto al equipamiento urbano necesario para la prestación del servicio, no se observa la existencia de bahías de almacenamiento para las rutas de transporte público, ni puntos específicos que identifiquen con señalamiento la parada del autobús, como se ha mencionado casi la totalidad de las rutas parten del centro congestionando en esta parte la Av. Cuauhtémoc complicando en la hora de máxima demanda la movilidad de la zona.

Empresa	Ubicación	Derrotero
RUTA 36 / TRANSPORTES CHALCO 36 S.A. DE C.V.	AV. CUAUHTEMOC ESQ. AV CANAL DE SANTA BARBARA	CLINICA 71, OPTICA, BASE MIXQUIC, CHALCO
RUTA 50 / AUTOTRANSPORTES IXTAPALUCA S.A. DE C.V.	CASA DE CULTURA IXTAPALUCA	CON PARADAS POR EL CERRO DE CHOCOLINES
RUTA 50 / AUTOTRANSPORTES IXTAPALUCA S.A. DE C.V.	CASA DE CULTURA IXTAPALUCA	DIRECTO A CHOCOLINES
SERVICIO DE COMBI / SIN ASOCIACION	MUNICIPIO DE IXTAPALUCA	COATEPEC
RUTA 50 / AUTOTRANSPORTES IXTAPALUCA S.A. DE C.V.	MUNICIPIO DE IXTAPALUCA	SAN FRANCISCO, LA PRESA, LA VIRGEN
RUTA 50 / AUTOTRANSPORTES IXTAPALUCA S.A. DE C.V.	CASA DE CULTURA IXTAPALUCA	2DO PASO AUTOPISTA
RUTA 50 / AUTOTRANSPORTES IXTAPALUCA S.A. DE C.V.	COPPEL IXTAPALUCA	CLINICA 71, OPTICA, LA BOMBA, PRICE SHOES, CHALCO
RUTA 36 / TRANSPORTES CHALCO 36 S.A. DE C.V.	MERCADO "EVOLUCIÓN"	CLINICA 71, OPTICA, CHALCO BASE MIXQUIC
SERVICIO DE COMBI / SIN ASOCIACION	IXTAPALUCA PLAZA MICTLAN	IXTAPALUCA COPPEL - DEPOSITOS
SERVICIO DE COMBI / SIN ASOCIACION	IXTAPALUCA PLAZA MICTLAN	AEROPURTO (DIRECTO) POR AUTOPISTA
SERVICIO DE COMBI / SIN ASOCIACION	IXTAPALUCA PLAZA MICTLAN	AVILA CAMACHO, RIO FRIO
PERMICIONARIOS RUTA 104, A. C.	CASETA VIEJA	MERCED - METRO SAN LAZARO Y CANDELARIA
RUTA 36 / TRANSPORTES CHALCO 36 S.A. DE C.V.	OPTICA (COPPEL IXTAPALUCA)	CAÑADA, JIMENEZ, HOSPITAL PEDRO LOPEZ

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios de transporte público en la zona de estudio.

Tabla 27. Empresas del transporte público que cubren las rutas en el municipio de Ixtapaluca.

De las 13 rutas observadas en la zona, estas son proporcionadas con unidades tipo combi y todas con distintos derroteros dentro del municipio.
Dentro de la red del transporte público, las paradas no se encuentran señalizadas, lo que dificulta su ubicación, esto fue posible identificarlas porque los usuarios llegan a los puntos específicos del trazo de la Av. Cuauhtémoc, para abordar las unidades de transporte, e iniciar su viaje o simplemente realizar transbordos con otras rutas de transporte público.

La vialidad dentro de la red vial en las que se identificó la presencia del transporte público fue principalmente sobre el tramo de la Av. Cuauhtémoc, que se desplaza en ambas direcciones de oriente a poniente y poniente oriente y la Av. Hacienda Corralejo en el sentido de norte a sur y de sur a norte, entre las más importantes, esta información se concentra a manera de resumen en las siguientes imágenes.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios de transporte público en la zona de estudio.

Figura 46. Ubicación de las bases y red de cobertura del transporte público en la cabecera municipal de Ixtapaluca.

En las figuras siguientes se presentan los diferentes tipos de unidades de transporte público existentes en la zona, los cuales atiende las diferentes rutas, mismas que son cubiertas mayormente con Combis.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios de transporte público en la zona de estudio.

Figura 47. Unidades de transporte público observadas sobre la Av. Cuauhtémoc y la Av. Hacienda Corralejo.

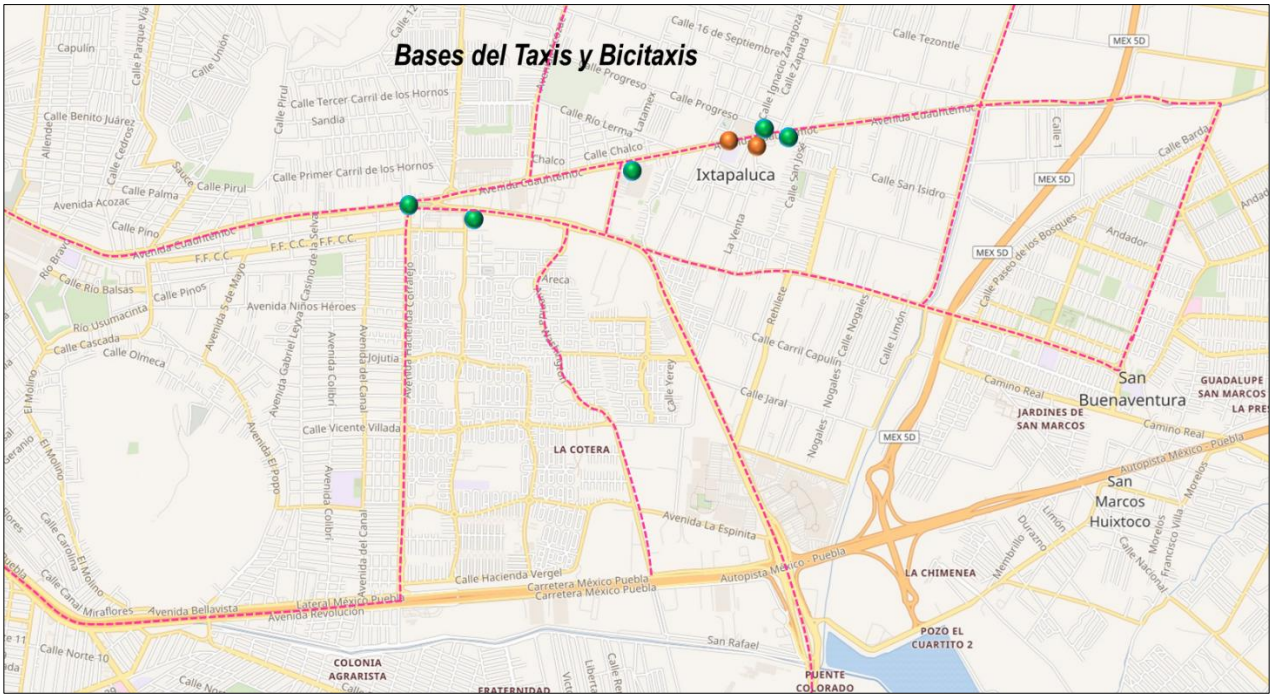
A lo largo del trazo del proyecto del Trolebús se incorporan y desincorporan diferentes rutas, destacando que sobre el tramo comprendido por Autopista México-Puebla, por las avenidas Canal de Santa Bárbara y Hacienda Corralejo y la Carretera Federal México – Puebla (o Av. Cuauhtémoc), se desplazan las rutas, lo que sugiere, hace un cambio en la trayectoria de las rutas algunas de estas continúan por la Av. Cuauhtémoc hacia el poniente, otras de estas retornan sobre la Carretera Federal México - Cuautla con dirección al municipio de Chalco y otras tantas continúan por las avenidas Canal de Santa Bárbara y Hacienda Corralejo y se incorporan a la lateral de la Autopista México-Puebla.

En cuanto a las bases de taxis, se identificaron cinco bases o sitios de taxis dentro de la zona ubicadas principalmente sobre la Av. Cuauhtémoc, donde llegan los usuarios de este modo de transporte, además existen otros usuarios que por comodidad lo abordan en cualquier punto que le soliciten la parada y no requiere de un punto específico, existe una sola asociación que agrupa las unidades de este modo de transporte, la información obtenida, presenta en la tabla siguiente y la ubicación en la figura siguiente.

Empresa	Ubicación
SERVICIO DE TAXI / SIN ASOCIACION	BODEGA AURRERA SANTA BARBARA
SERVICIO DE TAXI / SIN ASOCIACION	AV. CUAUHTEMOC ESQ. AV CANAL DE SANTA BARBARA
SERVICIO DE TAXI / SIN ASOCIACION	GALERIAS IXTAPALUCA
SERVICIO DE TAXI / SIN ASOCIACION	MERCADO "EVOLUCIÓN"
SERVICIO DE TAXI / SIN ASOCIACION	OPTICA (COPPEL IXTAPALUCA)

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios de transporte público en la zona de estudio.

Tabla 28. Empresas de taxis que prestan el servicio en la zona.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios de transporte público en la zona de estudio.

Figura 48. Ubicación de las bases o sitios de Taxi en la cabecera municipal de Ixtapaluca.

Se Identificaron en la zona dos bases de bicitaxi en la zona estas se ubican en el centro del municipio, estos desplazan a los usuarios de este modo de transporte a lugares cercanos de la cabecera municipal.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los inventarios de transporte público en la zona de estudio.

Figura 49. Bases del transporte público en la cabecera municipal de Ixtapaluca.

I) Velocidades Registradas

En las vialidades que pertenecen a la zona de estudio donde se ubica el trazo del proyecto de la línea del Trolebús Ixtapaluca, se identificaron solo algunas señales verticales de tránsito que regulan la velocidad de operación a 40 km/hr sobre el tramo de la Av. Cuauhtémoc y sobre la Av. Hacienda Corralejo no existe este tipo de señales, de acuerdo con los resultados del inventario en el corredor motivo de este estudio.

Con el objetivo de medir la eficiencia y el nivel de servicio que ofrece la vialidad y detectar cuellos de botella y de las causas de las demoras que se presentan en el recorrido por los tramos viales, es importante determinar la velocidad de operación real de las vialidades del trazo, siendo esta un dato de vital importancia para poder realizar una adecuada evaluación del nivel de servicio que ofrecen estas vialidades, ya que esta va de la mano con las características geométricas de las mismas, el estado del pavimento, entre otras. Es por ello que, dentro de los alcances del estudio, se pide conocer la velocidad de marcha de los vehículos que circulan por el entronque utilizando la metodología de “Vehículo Flotante”.

El vehículo flotante trata de mantenerse flotando en la corriente del tránsito, adelantando tantos vehículos como lo adelantan a él, o bien trata de circular a la velocidad media que el conductor estima que equivale a la velocidad media del tránsito.

El proceso de medida se inicia partiendo del punto de inicio del itinerario con el odómetro en cero y poniendo en marcha el cronómetro. Cuando debido al tráfico hay que realizar una detención, se para el cronómetro que estaba en marcha y se pone en funcionamiento el otro que estaba parado en donde se registran las demoras. Con lo que leyendo en el odómetro se tiene la primera distancia recorrida y el tiempo empleado para ello.

Al continuar de nuevo con la marcha se para el cronómetro que ha medido el tiempo de demoras, que se anota, y se pone de nuevo en marcha el otro del recorrido hasta la siguiente detención, y así sucesivamente hasta el final del recorrido.

Cuando además del tramo total se quieren hacer lecturas parciales, se harán en los puntos que los separen y que sean fácilmente identificables. Una condición fundamental para la validez del estudio es que las condiciones de circulación a lo largo de todo el recorrido sean realmente representativas de la mayoría de los vehículos.

Si existe cierta posibilidad de adelantamiento y cambio de carril, se seguirá la norma del vehículo flotante.

Localización

El estudio de tiempos de recorrido se realizó sobre el trazo del proyecto de la línea del Trolebús Ixtapaluca, que considera a la Av. Cuauhtémoc (desde la Av. Paseo de San Buenaventura hasta la Av. Hacienda Corralejo), y sobre la Av. Corralejo (desde la Av. Cuauhtémoc hasta la Lateral de la Autopista México - Puebla y de esta hasta la caseta

vieja), el tramo comprende una longitud de aproximadamente 9.6 kilómetros, el mismo trazo se presenta en ambos sentidos en las figuras siguientes.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los tiempos de recorrido en el trazo del proyecto.

Figura 50. Recorridos con el método del vehículo flotante sentido Poniente a Oriente.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los tiempos de recorrido en el trazo del proyecto.

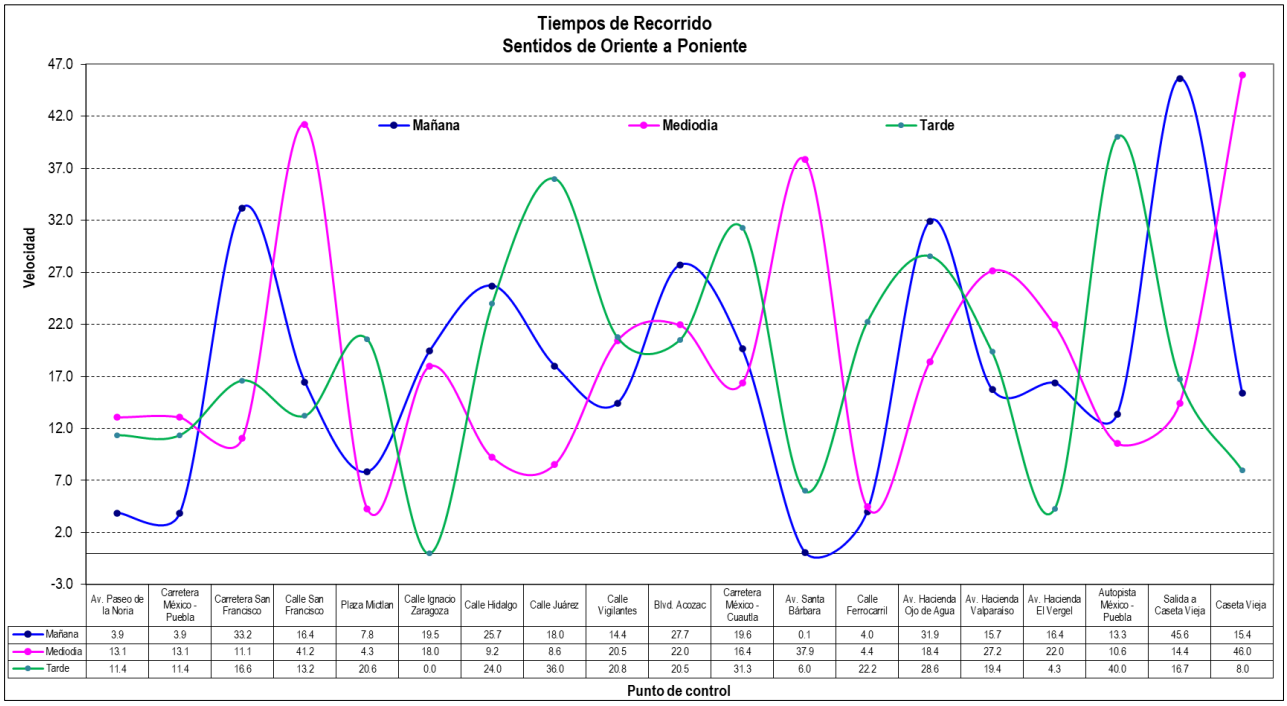
Figura 51. Recorridos con el método del vehículo flotante sentido Oriente a Poniente.

Como resultado de esta actividad se obtuvieron las velocidades promedio para cada periodo del día (mañana, mediodía y tarde) entre semana, de donde se desprende que entresemana el periodo de la Mañana (de las 06:42 a las 07:10) presenta mejores condiciones de operación ya que la velocidad promedio en el sentido de Oriente a poniente es de 21.4 km/hr, mientras que en el sentido de poniente a oriente es de 18.4 km/hr, por otra parte la velocidad más baja se registra durante el periodo de la tarde (de las 17:17 a las 17:42) en el sentido de oriente a poniente siendo de 16.9 km/hr, y en el sentido a poniente oriente es de 18.1 km/hr.

Recorrido	Oriente - Poniente			Poniente - Oriente		
	Distancia km	Tiempo hr	Velocidad Promedio km/hr	Distancia km	Tiempo hr	Velocidad Promedio km/hr
Mañana	8.8	0.41	**21.4**	9.6	0.52	**18.4**
Mediodia	9.0	0.44	**20.6**	9.6	0.53	**18.2**
Tarde	9.0	0.53	**16.9**	9.6	0.53	**18.1**

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de los tiempos de recorrido en el trazo del proyecto.

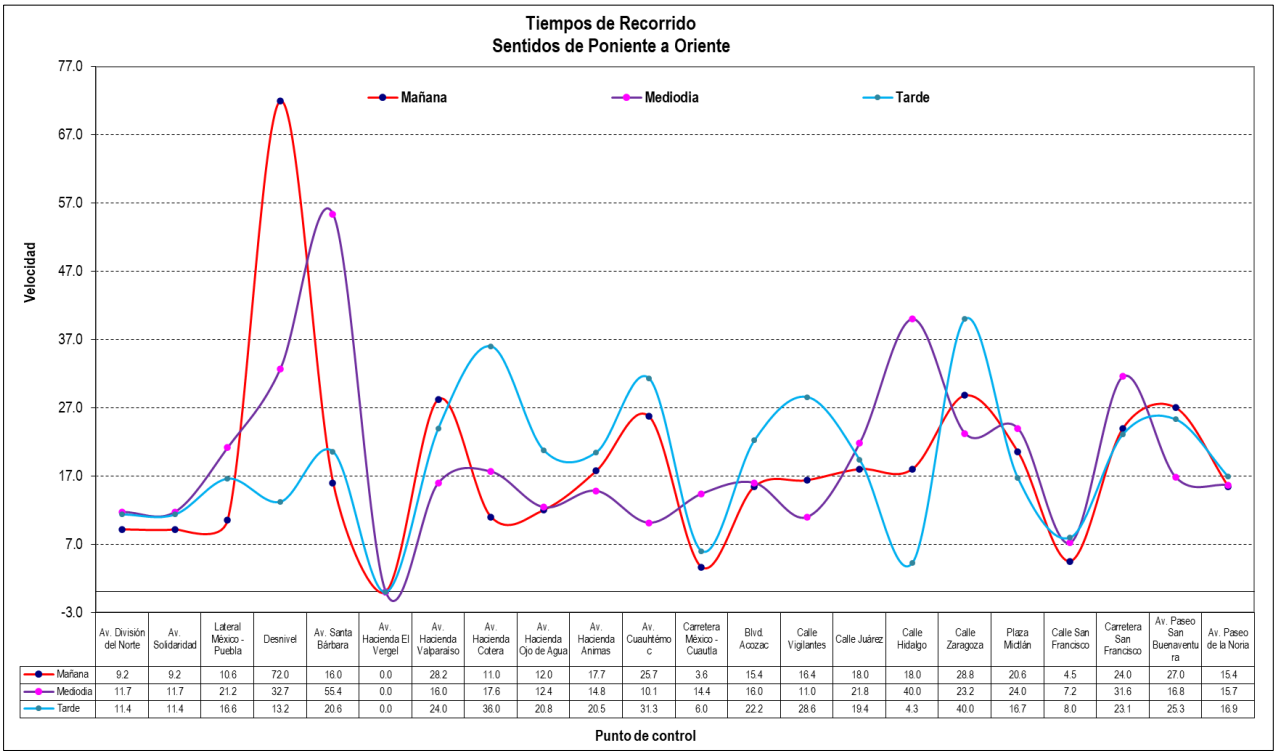
Tabla 29. Velocidad promedio del tramo del proyecto por sentido y por periodo, entre semana.



	Av. Paseo de la Noria	Carretera México - Puebla	Carretera San Francisco	Calle San Francisco	Plaza Midlan	Calle Ignacio Zaragoza	Calle Hidalgo	Calle Juárez	Calle Vigilantes	Blvd. Acozac	Carretera México - Cuautla	Av. Santa Bárbara	Calle Ferrocarril	Av. Hacienda Ojo de Agua	Av. Hacienda Valparaiso	Av. Hacienda El Vergel	Autopista México - Puebla	Salida a Caseta Vieja	Caseta Vieja
Mañana	3.9	3.9	33.2	16.4	7.8	19.5	25.7	18.0	14.4	27.7	19.6	0.1	4.0	31.9	15.7	16.4	13.3	45.6	15.4
Mediodia	13.1	13.1	11.1	41.2	4.3	18.0	9.2	8.6	20.5	22.0	16.4	37.9	4.4	18.4	27.2	22.0	10.6	14.4	46.0
Tarde	11.4	11.4	16.6	13.2	20.6	0.0	24.0	36.0	20.8	20.5	31.3	6.0	22.2	28.6	19.4	4.3	40.0	16.7	8.0

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de los tiempos de recorrido en el trazo del proyecto.

Gráfica 11. Velocidades de recorrido del trazo del corredor del proyecto sentido oriente a poniente, entre semana.



	Av. División del Norte	Av. Solidaridad	Lateral México - Puebla	Desnivel	Av. Santa Bárbara	Av. Hacienda El Vergel	Av. Hacienda Valparaiso	Av. Hacienda Cotera	Av. Hacienda Ojo de Agua	Av. Hacienda Animas	Av. Cuauhtémoc	Carretera México - Cuautla	Blvd. Acozac	Calle Vigilantes	Calle Juárez	Calle Hidalgo	Calle Zaragoza	Plaza Mictlán	Calle San Francisco	Carretera San Francisco	Av. Paseo San Buenaventura	Av. Paseo de la Noria
Mañana	9.2	9.2	10.6	72.0	16.0	0.0	28.2	11.0	12.0	17.7	25.7	3.6	15.4	16.4	18.0	18.0	28.8	20.6	4.5	24.0	27.0	15.4
Mediodia	11.7	11.7	21.2	32.7	55.4	0.0	16.0	17.6	12.4	14.8	10.1	14.4	16.0	11.0	21.8	40.0	23.2	24.0	7.2	31.6	16.8	15.7
Tarde	11.4	11.4	16.6	13.2	20.6	0.0	24.0	36.0	20.8	20.5	31.3	6.0	22.2	28.6	19.4	4.3	40.0	16.7	8.0	23.1	25.3	16.9

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de los tiempos de recorrido en el trazo del proyecto.

Gráfica 12. Velocidades de recorrido del trazo del corredor del proyecto sentido poniente a oriente entre semana.

En cuanto a las demoras, la principal causa se debe a los tiempos de los semáforos, lo que repercute en la operación del tránsito vehicular, sumado al importante volumen de tránsito, que se desplaza por una vialidad como lo es la Av. Cuauhtémoc que además presenta variaciones significativas en las secciones y presenta estacionamiento a ambos lados de la vialidad, lo que en conjunto resulta en un lento desplazamiento por la zona. Los mayores tiempos de demoras se presentan en el sentido de poniente a oriente en el periodo de la tarde con 11 minutos, retrasos causados por la operación de los semáforos, siendo el punto de control del paso a desnivel sobre la Autopista México Puebla que se presenta el mayor retraso con 6 minutos para cruzar la autopista.

Recorrido	Oriente - Poniente	Poniente - Oriente
	Tiempo de demora minutos	Tiempo de demora minutos
Mañana	3.1	6.9
Mediodia	5.5	5.6
Tarde	2.7	11.4

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de los tiempos de recorrido en el trazo del proyecto.

Tabla 30. Tiempos de demora por sentido y por periodo, entre semana.

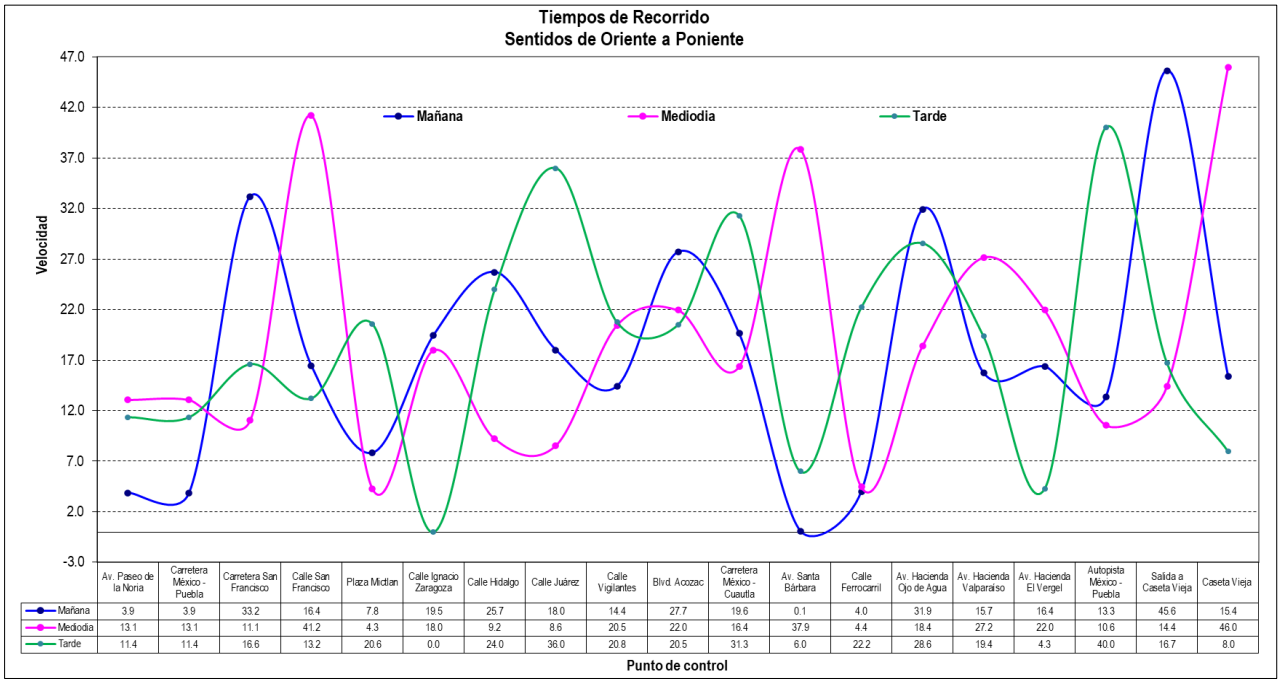
Fin de semana.

Las velocidades promedio para cada periodo del día (mañana, mediodía y tarde) en fin de semana, nos indican que el periodo de la Mañana (de las 07:00 a las 08:00) presenta mejores condiciones de operación ya que la velocidad promedio en el sentido de Oriente a poniente es de 40.5 km/hr, mientras que en el sentido de poniente a oriente es de 35.8 km/hr, por otra parte la velocidad más baja se registra durante el periodo de la tarde (de las 17:00 a las 18:18) en el sentido de oriente a poniente siendo de 13.9 km/hr, y en el sentido a poniente oriente es de 14.9 km/hr.

Recorrido	Oriente - Poniente			Poniente - Oriente		
	Distancia km	Tiempo hr	Velocidad Promedio km/hr	Distancia km	Tiempo hr	Velocidad Promedio km/hr
Mañana	8.8	0.22	**40.5**	9.6	0.27	**35.8**
Mediodia	9.0	0.45	**20.0**	9.6	0.66	**14.5**
Tarde	9.0	0.65	**13.9**	9.6	0.65	**14.9**

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de los tiempos de recorrido en el trazo del proyecto.

Tabla 31. Velocidad promedio del tramo del proyecto por sentido y por periodo, en fin de semana.



	Av. Paseo de la Noria	Carretera México - Puebla	Carretera San Francisco	Calle San Francisco	Plaza Midtlan	Calle Ignacio Zaragoza	Calle Hidalgo	Calle Juárez	Calle Vigilantes	Blvd. Acozac	Carretera México - Cuautla	Av. Santa Bárbara	Calle Ferrocarril	Av. Hacienda Ojo de Agua	Av. Hacienda Valparaíso	Av. Hacienda El Vergel	Autopista México - Puebla	Salida a Caseta Vieja	Caseta Vieja
Mañana	3.9	3.9	33.2	16.4	7.8	19.5	25.7	18.0	14.4	27.7	19.6	0.1	4.0	31.9	15.7	16.4	13.3	45.6	15.4
Mediodia	13.1	13.1	11.1	41.2	4.3	18.0	9.2	8.6	20.5	22.0	16.4	37.9	4.4	18.4	27.2	22.0	10.6	14.4	46.0
Tarde	11.4	11.4	16.6	13.2	20.6	0.0	24.0	36.0	20.8	20.5	31.3	6.0	22.2	28.6	19.4	4.3	40.0	16.7	8.0

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de los tiempos de recorrido en el trazo del proyecto.

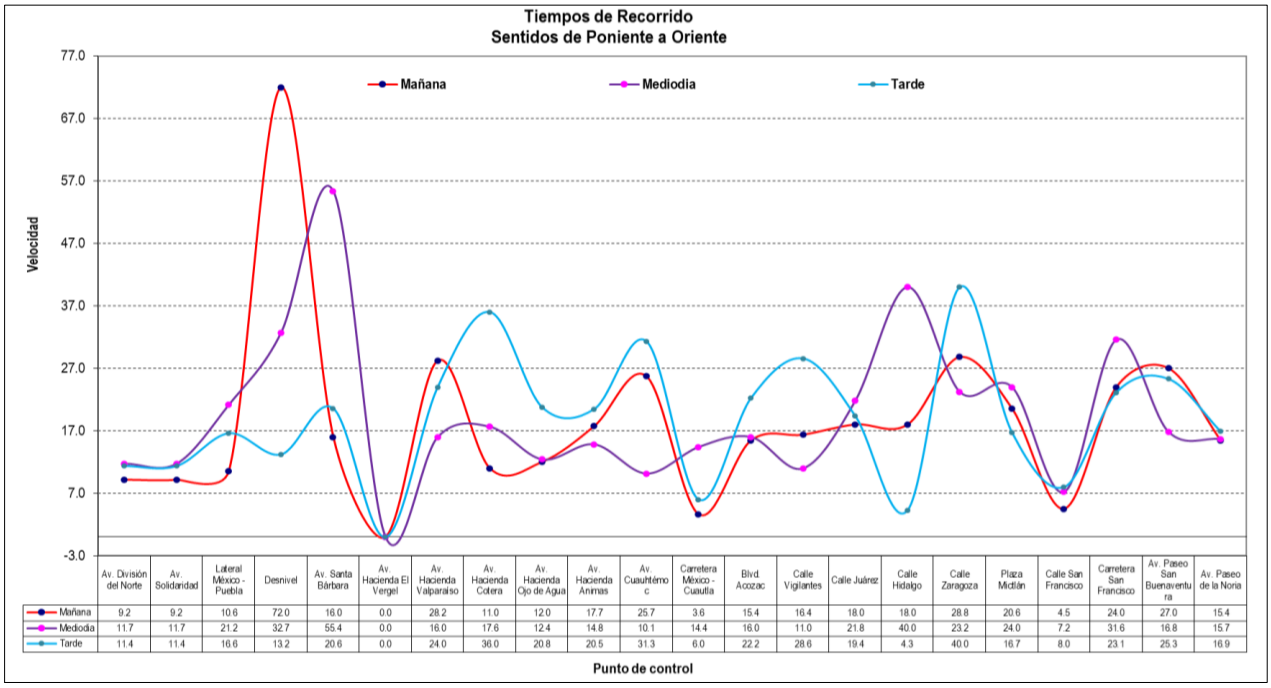
Gráfica 13. Velocidades de recorrido del trazo del corredor del proyecto sentido oriente a poniente en fin de semana.

En cuanto a las demoras, la principal causa se debe a los tiempos de los semáforos, lo que repercute en la operación del tránsito vehicular, sumado al importante volumen de tránsito, que se desplaza por una vialidad como lo es la Av. Cuauhtémoc que además presenta variaciones significativas en las secciones y presenta estacionamiento a ambos lados de la vialidad, lo que en conjunto resulta en un lento desplazamiento por la zona. Los mayores tiempos de demoras se presentan en el sentido de poniente a oriente en el periodo del mediodía con 13 minutos, retrasos causados por la operación de los semáforos en tres puntos distintos, siendo el punto de control de la Lateral de la Autopista México Puebla que se presenta el mayor retraso con 3 minutos para incorporarse a la autopista.

Recorrido	Oriente - Poniente	Poniente - Oriente
	Tiempo de demora minutos	Tiempo de demora minutos
Mañana	0.0	0.0
Mediodia	7.5	13.1
Tarde	4.8	4.2

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de los tiempos de recorrido en el trazo del proyecto.

Tabla 32. Tiempos de demora por sentido y por periodo, en fin de semana.



	Av. División del Norte	Av. Solidaridad	Lateral México - Puebla	Desnivel	Av. Santa Bárbara	Av. Hacienda El Vergel	Av. Hacienda Valparaíso	Av. Hacienda Cotera	Av. Hacienda Ojo de Agua	Av. Hacienda Animas	Av. Cuauhtémoc	Carretera México - Cuautla	Blvd. Acozac	Calle Vigilantes	Calle Juárez	Calle Hidalgo	Calle Zaragoza	Plaza Midián	Calle San Francisco	Carretera San Francisco	Av. Paseo San Buenaventura	Av. Paseo de la Noria
Mañana	9.2	9.2	10.6	72.0	16.0	0.0	28.2	11.0	12.0	17.7	25.7	3.6	15.4	16.4	18.0	18.0	28.8	20.6	4.5	24.0	27.0	15.4
Medodia	11.7	11.7	21.2	32.7	55.4	0.0	16.0	17.6	12.4	14.8	10.1	14.4	16.0	11.0	21.8	40.0	23.2	24.0	7.2	31.6	16.8	15.7
Tarde	11.4	11.4	16.6	13.2	20.6	0.0	24.0	36.0	20.8	20.5	31.3	6.0	22.2	28.6	19.4	4.3	40.0	16.7	8.0	23.1	25.3	16.9

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de los tiempos de recorrido en el trazo del proyecto.

Gráfica 14. Velocidades de recorrido del trazo del corredor del proyecto sentido poniente a oriente en fin de semana.

J) Vuelos con Dron

Con los vuelos de Dron, nos permitieron obtener imágenes de alta resolución, para conocer e identificar con detalle las características de las intersecciones analizadas en este estudio, así como analizar el uso del suelo con precisión y rapidez, cubriendo grandes áreas que con métodos tradicionales.

Las imágenes fotográficas aérea a través de drones se obtuvo información en tiempo real de manera específica y eficiente. Esta es una técnica que tiene por objetivo estudiar y definir de manera precisa, las dimensiones, formas y posición de un objeto en el espacio con una alta precisión.

El vuelo se realizó a una altura de 100 metros, y se tomó video del punto durante 15 minutos, estos vuelos se realizaron en las cuatro intersecciones siguientes:

- Av. Cuauhtémoc y la calle Ignacio zaragoza.
- Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac.
- Av. Cuauhtémoc y Carretera Federal México - Cuautla.
- Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara.



Fuente: Elaboración propia a partir de las imágenes de los videos del vuelo con el Dron en el trazo del proyecto.

Figura 52. Imagen del vuelo con dron en la intersección de la Av. Cuauhtémoc y la calle Ignacio zaragoza.



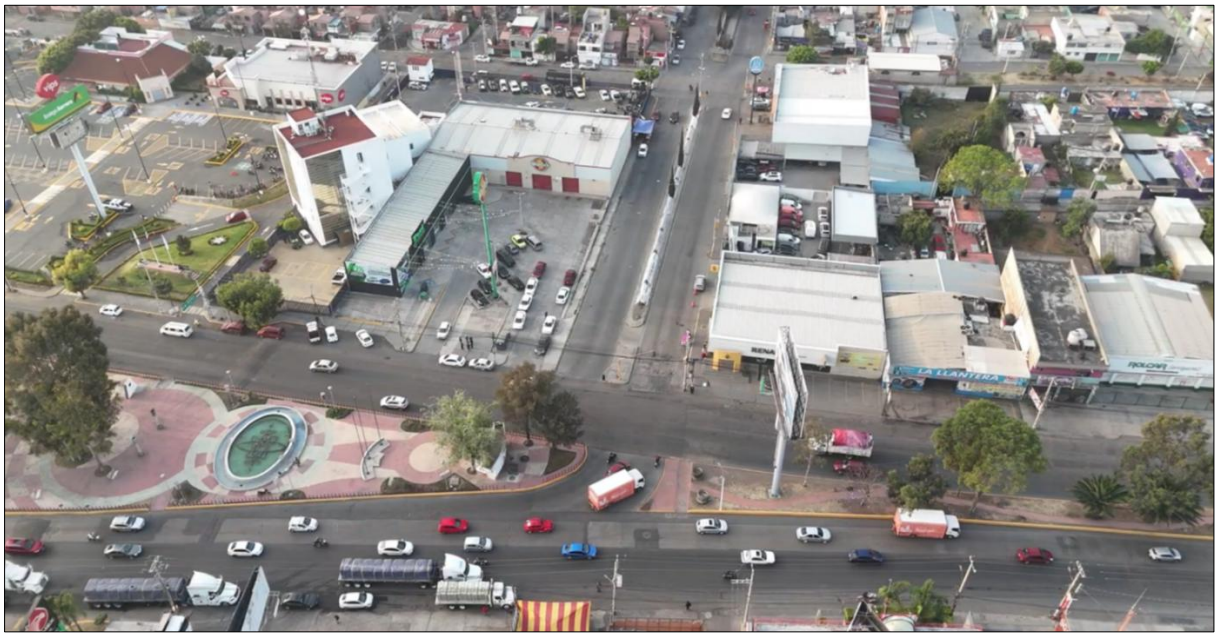
Fuente: Elaboración propia a partir de las imágenes de los videos del vuelo con el Dron en el trazo del proyecto.

Figura 53. Imagen del vuelo con dron en la intersección de la Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac.



Fuente: Elaboración propia a partir de las imágenes de los videos del vuelo con el Dron en el trazo del proyecto.

Figura 54. Imagen del vuelo con dron en la intersección de la Av. Cuauhtémoc y Carretera Federal México - Cuautla.



Fuente: Elaboración propia a partir de las imágenes de los videos del vuelo con el Dron en el trazo del proyecto.

Figura 55. Imagen del vuelo con dron en la intersección de la Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara.

III.2.4 Demanda Vial.

La magnitud, variación, crecimiento y composición de los flujos vehiculares, caracterizan y definen la demanda vial; conociendo esas variables para tiempos diferentes y bajo circunstancias iguales o distintas se puede equilibrar la oferta vial, a la demanda del tránsito; así, el conjunto de características del tránsito y la vialidad, serán los elementos principales a considerar en este estudio.

Variación Horaria del Flujo Vehicular

Sobre los tramo de la Av. Cuauhtémoc que comprende una parte del trazo del proyecto de la línea del Trolebús Ixtapaluca y sobre el tramo de las avenidas Canal de Santa Bárbara y Hacienda Corralejo, se instalaron en cada tramo una estación maestra de conteo para monitorear y medir el flujo del tránsito que pasa por estas secciones de las vialidades, durante 7 días por 24 horas (Domingo 8 al sábado 14 de Marzo) y conocer la variación del flujo de tránsito y la composición vehicular en la zona por la que se ha considerado el trazo del proyecto en cuestión, si se considera que los flujos vehiculares no estén limitados para incorporarse a dichas vialidades; y definir la demanda de tránsito en el área de estudio, obteniendo los periodos de máxima demanda y los periodos valle en horarios que coinciden con los de entrada y salida a las fuentes de trabajo durante todos los que permaneció instalada las estaciones maestras.

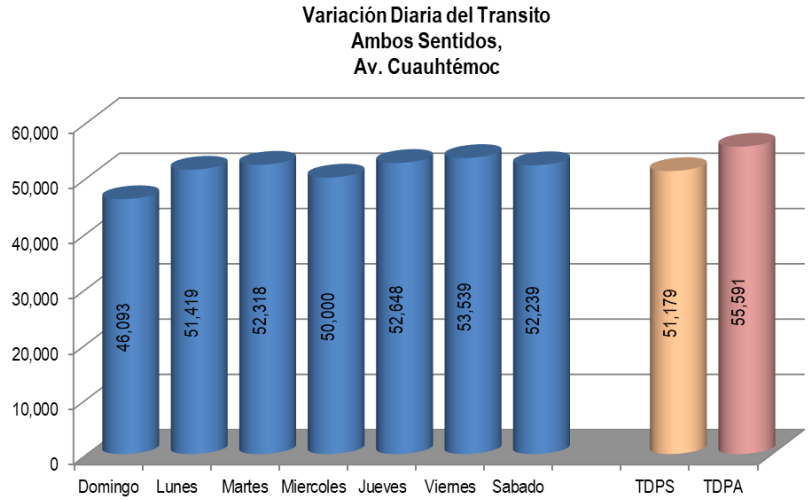
Estación Maestra de la Av. Cuauhtémoc.

Como resultado del conteo del aforo automático durante los 7 días se obtuvo el comportamiento del volumen de tránsito durante esos días, de la gráfica siguiente se desprende, que el día viernes 13 de marzo se presentó el mayor volumen con 53,539 vehículos en ambos sentidos (de oriente a poniente y de poniente a oriente) en el tramo de la Av. Cuauhtémoc, este volumen se ubica por encima del Transito Diario Promedio Semanal (TDPS) que es de 51,179 vehículos y por debajo del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) que fue de 55,591 vehículos.

	AMBOS SENTIDOS							
	ENTRE SEMANA					FIN DE SEMANA		
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL
00:00	545	432	391	421	494	791	883	3,957
01:00	314	215	219	295	276	474	612	2,405
02:00	204	135	182	203	191	324	482	1,721
03:00	328	277	297	292	285	320	361	2,160
04:00	785	777	776	736	718	521	392	4,705
05:00	1,386	1,359	1,333	1,374	1,286	991	683	8,412
06:00	2,584	2,994	2,905	2,991	2,390	1,566	1,085	16,515
07:00	2,867	3,380	3,232	3,260	2,535	2,282	1,583	19,139
08:00	3,048	3,351	3,159	3,301	2,765	2,844	2,066	20,534
09:00	2,792	2,854	2,709	2,829	2,656	3,058	2,612	19,510
10:00	2,844	2,778	2,537	2,658	2,383	3,086	2,809	19,095
11:00	2,758	2,817	2,518	2,725	2,626	3,317	3,026	19,787
12:00	2,845	2,725	2,622	2,871	3,017	3,458	2,953	20,491
13:00	3,246	3,155	2,984	3,292	3,313	3,521	3,198	22,709
14:00	3,194	3,377	3,075	3,303	3,421	3,579	3,261	23,210
15:00	3,263	3,216	2,977	3,194	3,385	3,377	3,025	22,437
16:00	2,881	2,945	2,706	2,950	2,875	3,082	2,858	20,297
17:00	3,012	2,858	2,795	2,942	3,149	3,116	2,604	20,476
18:00	3,031	3,137	3,104	3,217	3,552	2,936	2,556	21,533
19:00	2,858	2,942	2,853	3,010	3,400	2,684	2,673	20,420
20:00	2,347	2,320	2,412	2,468	2,829	2,209	2,179	16,764
21:00	1,950	1,953	2,024	2,047	2,657	1,968	1,847	14,446
22:00	1,483	1,437	1,342	1,497	1,926	1,650	1,412	10,747
23:00	854	884	848	772	1,410	1,085	933	6,786
	51,419	52,318	50,000	52,648	53,539	52,239	46,093	358,256
	14.4%	14.6%	14.0%	14.7%	14.9%	14.6%	12.9%	100.0%

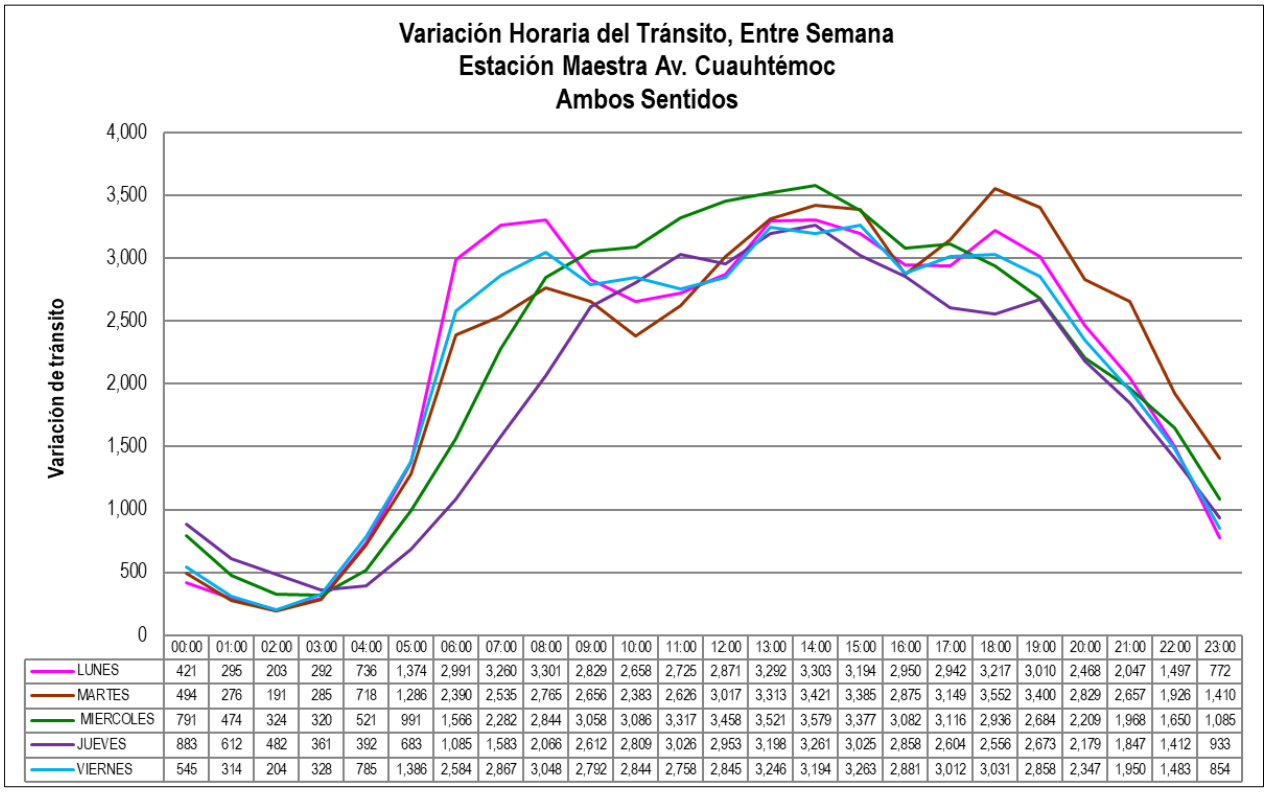
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Tabla 33. Variación diaria y horaria del volumen de tránsito de la Estación Maestra en ambos sentidos de la Av. Cuauhtémoc.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Gráfica 15. Variación diaria del tránsito en la estación maestra de la Av. Cuauhtémoc en ambos sentidos.

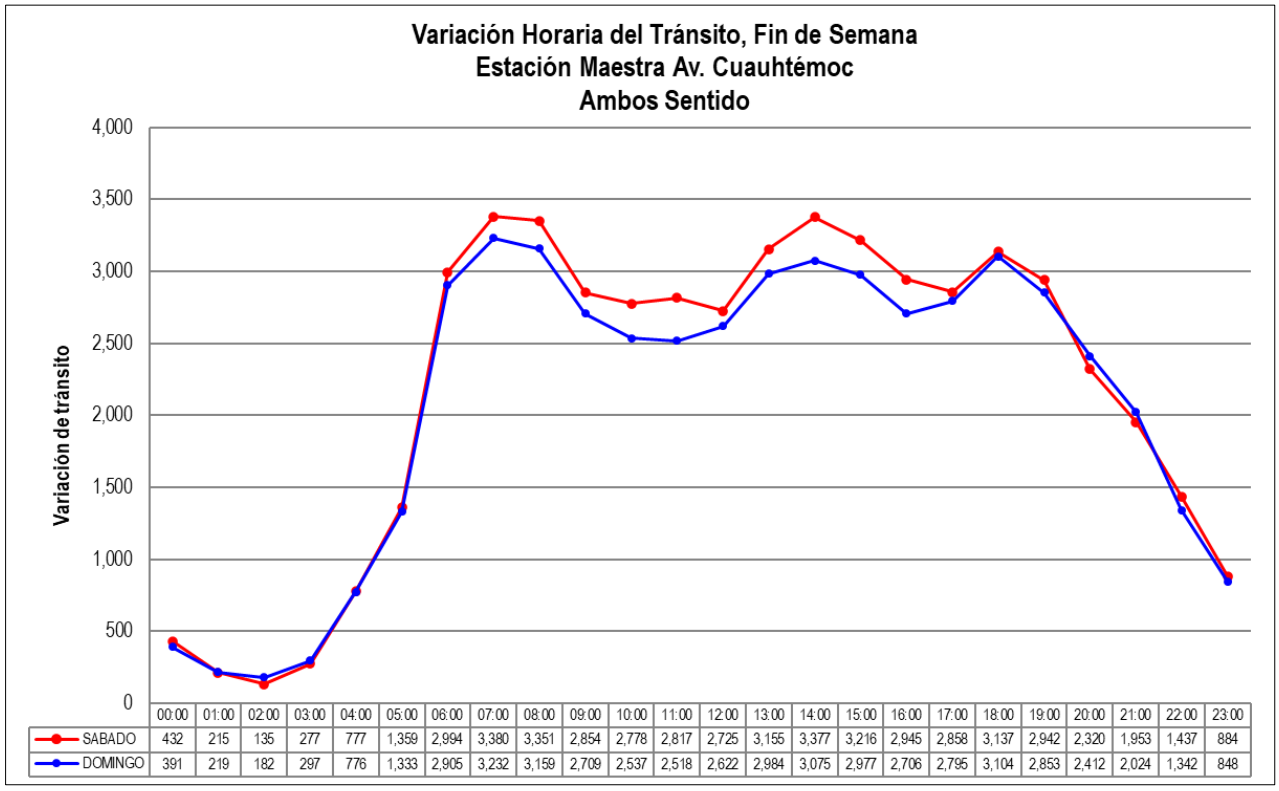


	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
LUNES	421	295	203	292	736	1,374	2,991	3,260	3,301	2,829	2,658	2,725	2,871	3,292	3,303	3,194	2,950	2,942	3,217	3,010	2,468	2,047	1,497	772
MARTES	494	276	191	285	718	1,286	2,390	2,535	2,765	2,656	2,383	2,626	3,017	3,313	3,421	3,385	2,875	3,149	3,552	3,400	2,829	2,657	1,926	1,410
MIERCOLES	791	474	324	320	521	991	1,566	2,282	2,844	3,058	3,086	3,317	3,458	3,521	3,579	3,377	3,082	3,116	2,936	2,684	2,209	1,968	1,650	1,085
JUEVES	883	612	482	361	392	683	1,085	1,583	2,066	2,612	2,809	3,026	2,953	3,198	3,261	3,025	2,858	2,604	2,556	2,673	2,179	1,847	1,412	933
VIERNES	545	314	204	328	785	1,386	2,584	2,867	3,048	2,792	2,844	2,758	2,845	3,246	3,194	3,263	2,881	3,012	3,031	2,858	2,347	1,950	1,483	854

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Gráfica 16. Variación diaria y horaria del tránsito en la estación maestra de la Av. Cuauhtémoc en ambos sentidos entre semana.

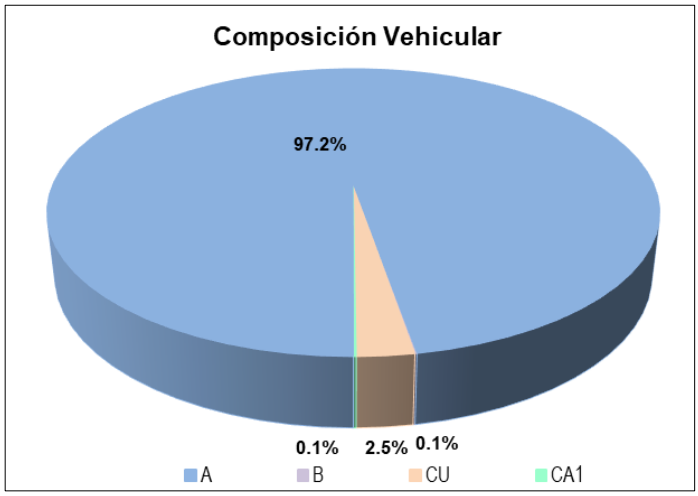
El mayor volumen de tránsito vehicular que se desplaza por la Av. Cuauhtémoc, lo hace entre las 06:00 de la mañana y 19:00 de la tarde, como se aprecia en la gráfica anterior de variación horaria para un día entre semana, la misma condición se presenta para los días de fin de semana, los detalles se presentan el anexo A.



	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
SABADO	432	215	135	277	777	1,359	2,994	3,380	3,351	2,854	2,778	2,817	2,725	3,155	3,377	3,216	2,945	2,858	3,137	2,942	2,320	1,953	1,437	884
DOMINGO	391	219	182	297	776	1,333	2,905	3,232	3,159	2,709	2,537	2,518	2,622	2,984	3,075	2,977	2,706	2,795	3,104	2,853	2,412	2,024	1,342	848

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Gráfica 17. Variación diaria y horaria del tránsito en la estación maestra de la Av. Cuauhtémoc en ambos sentidos en fin de semana.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Gráfica 18. Variación horaria en la estación maestra en ambos sentidos de la Av. Cuauhtémoc.

En cuanto a la composición del tránsito vehicular que se registró en la estación maestra, el automóvil y los vehículos ligeros predominan con el 97.2% del total del volumen de tránsito registrado en los días de estudio, seguido con el 2.5% de Camiones unitarios (de 2 y 3 ejes) y con el 0.1% de Camiones Articulados (de 5, 6 y más ejes), además del 0.1% de autobuses.

La Hora de Máxima Demanda, en la estación es variable dependiendo del día, sobre la Av. Cuauhtémoc, en el sentido oriente a poniente esta se presenta por la mañana entre las 08:00 y las 09:00, en el sentido contrario es más variable se presenta por la tarde entre las 15:00 y las 19:00, para un día entre semana, esto puede explicarse porque la mayor parte de los viajes que se realizan por actividades diversas lo hacen por la mañana y se dirigen con dirección a la Ciudad de México y por la tarde comienzan a regresar de forma escalonada a sus hogares, como así lo muestran los datos obtenidos en la estación y se presentan en la tabla siguiente.

Día	Hora de Maxima Demanda					
	Sentido Oriente a Poniente		Sentido Poniente a Oriente		Ambos Sentidos	
	Volumen	Periodo	Volumen	Periodo	Volumen	Periodo
domingo, 8 de marzo de 2026	1,627	12:00 - 13:00	1,646	14:00 - 15:00	3,261	14:00 - 15:00
lunes, 9 de marzo de 2026	1,676	08:00 - 09:00	1,687	18:00 - 19:00	3,263	15:00 - 16:00
martes, 10 de marzo de 2026	1,885	07:00 - 08:00	1,771	14:00 - 15:00	3,380	07:00 - 08:00
miércoles, 11 de marzo de 2026	1,760	07:00 - 08:00	1,740	18:00 - 19:00	3,232	07:00 - 08:00
jueves, 12 de marzo de 2026	1,841	08:00 - 09:00	1,811	18:00 - 19:00	3,303	14:00 - 15:00
viernes, 13 de marzo de 2026	1,782	08:00 - 09:00	2,105	18:00 - 19:00	3,552	18:00 - 19:00
sábado, 14 de marzo de 2026	1,819	13:00 - 14:00	1,932	14:00 - 15:00	3,579	14:00 - 15:00

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Tabla 34. Hora de Máxima Demanda registrado por sentido y por día en la Estación Maestra de la Av. Cuauhtémoc.

De la tabla anterior se desprende que los días de fin de semana el comportamiento de la HMD se presenta pasado el mediodía siendo este periodo más homogéneo en ambos sentidos. Por otro lado, cuando se analiza la HMD en ambos sentidos esta es variable y se asemeja más solo en algunos días en el sentido oriente poniente.

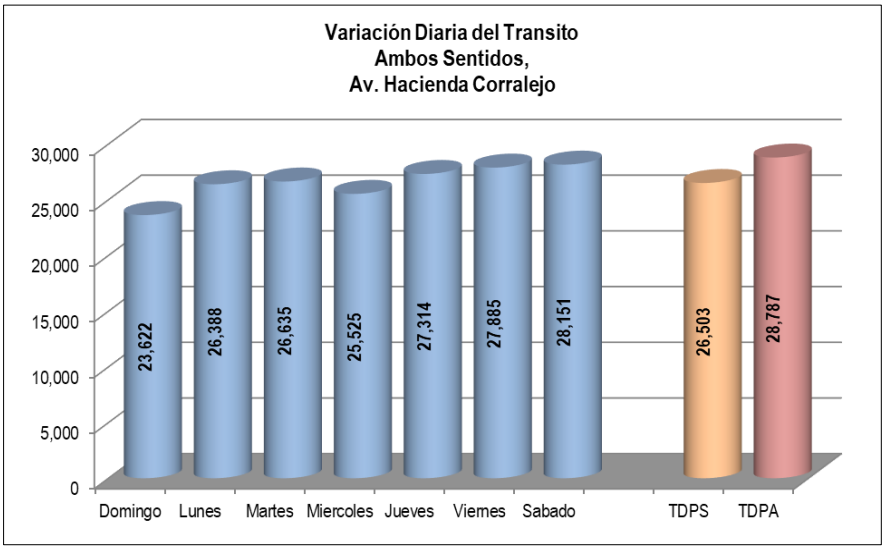
Estación Maestra de la Av. Hacienda Corralejo.

Resultado del conteo del aforo automático se obtuvo el comportamiento del volumen de tránsito durante los 7 días, se desprende de la tabla y gráfica siguiente, que el día en que se registró el mayor volumen de tránsito fue el día sábado 14 de marzo, con un con 28,151 vehículos en ambos sentidos (de norte a sur y de sur a norte) en el tramo de la Av. Hacienda Corralejo, este volumen se ubica por debajo del Transito Diario Promedio Semanal (TDPS) que es de 26,503 vehículos y del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) que fue de 28,787 vehículos.

	AMBOS SENTIDOS							
	ENTRE SEMANA					FIN DE SEMANA		
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL
00:00	356	318	260	290	344	466	561	2,595
01:00	208	135	162	181	188	328	402	1,604
02:00	139	120	112	128	140	217	262	1,118
03:00	173	133	125	150	140	211	212	1,144
04:00	339	363	376	355	336	266	216	2,251
05:00	530	558	632	597	552	427	335	3,631
06:00	895	1,148	1,099	1,087	1,045	738	489	6,501
07:00	1,225	1,612	1,445	1,519	1,351	1,089	710	8,951
08:00	1,464	1,610	1,497	1,593	1,579	1,540	987	10,270
09:00	1,551	1,443	1,416	1,478	1,593	1,687	1,216	10,384
10:00	1,508	1,513	1,234	1,442	1,406	1,585	1,330	10,018
11:00	1,439	1,422	1,216	1,442	1,589	1,541	1,427	10,076
12:00	1,435	1,480	1,363	1,491	1,536	1,624	1,387	10,316
13:00	1,667	1,682	1,571	1,673	1,627	1,861	1,503	11,584
14:00	1,662	1,611	1,455	1,687	1,607	1,867	1,558	11,447
15:00	1,644	1,611	1,550	1,684	1,602	1,907	1,575	11,573
16:00	1,571	1,507	1,626	1,539	1,667	1,723	1,468	11,101
17:00	1,720	1,578	1,558	1,658	1,744	1,613	1,346	11,217
18:00	1,738	1,665	1,675	1,656	1,709	1,495	1,299	11,237
19:00	1,481	1,474	1,510	1,741	1,637	1,468	1,460	10,771
20:00	1,213	1,210	1,169	1,282	1,478	1,323	1,277	8,952
21:00	1,075	1,063	1,124	1,148	1,244	1,195	1,083	7,932
22:00	851	819	807	901	970	1,034	895	6,277
23:00	504	560	543	592	801	946	624	4,570
	26,388	26,635	25,525	27,314	27,885	28,151	23,622	185,520
	14.2%	14.4%	13.8%	14.7%	15.0%	15.2%	12.7%	100.0%

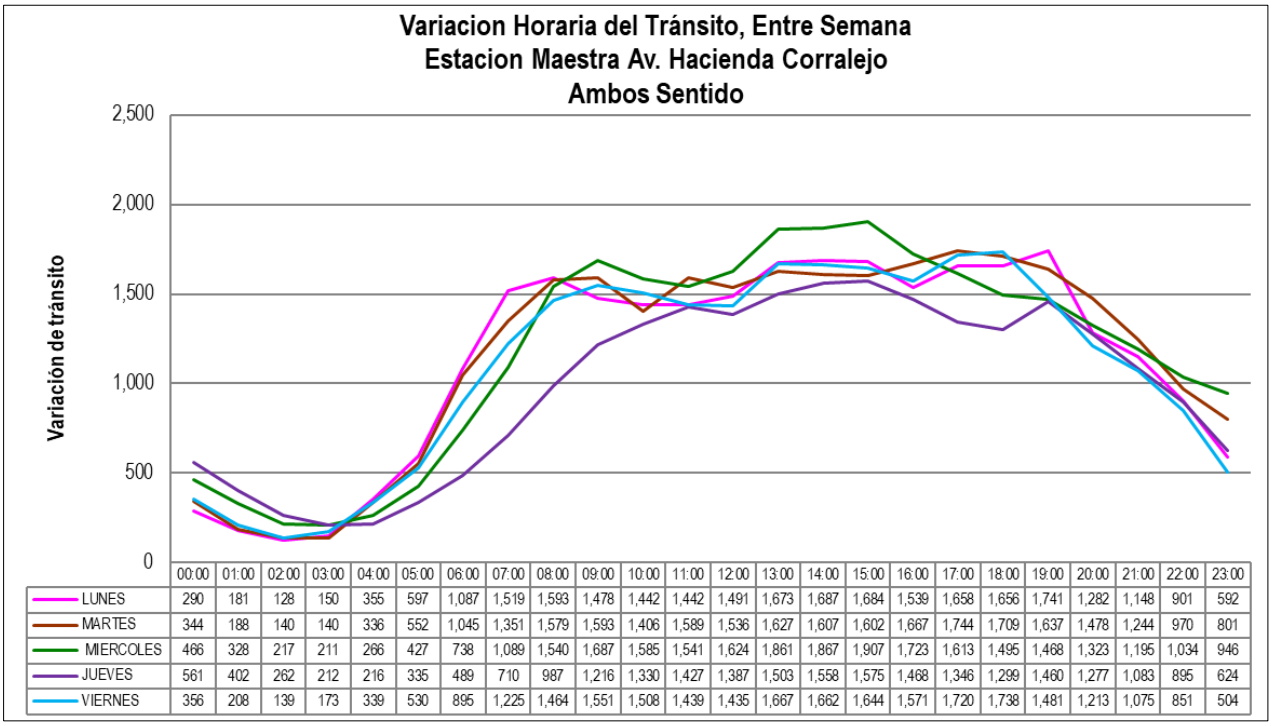
Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Tabla 35. Variación diaria y horaria del volumen de tránsito de la Estación Maestra en ambos sentidos de la Av. Hacienda Corralejo.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Gráfica 19. Variación diaria del tránsito en la estación maestra de la Av. Hacienda Corralejo en ambos sentidos.

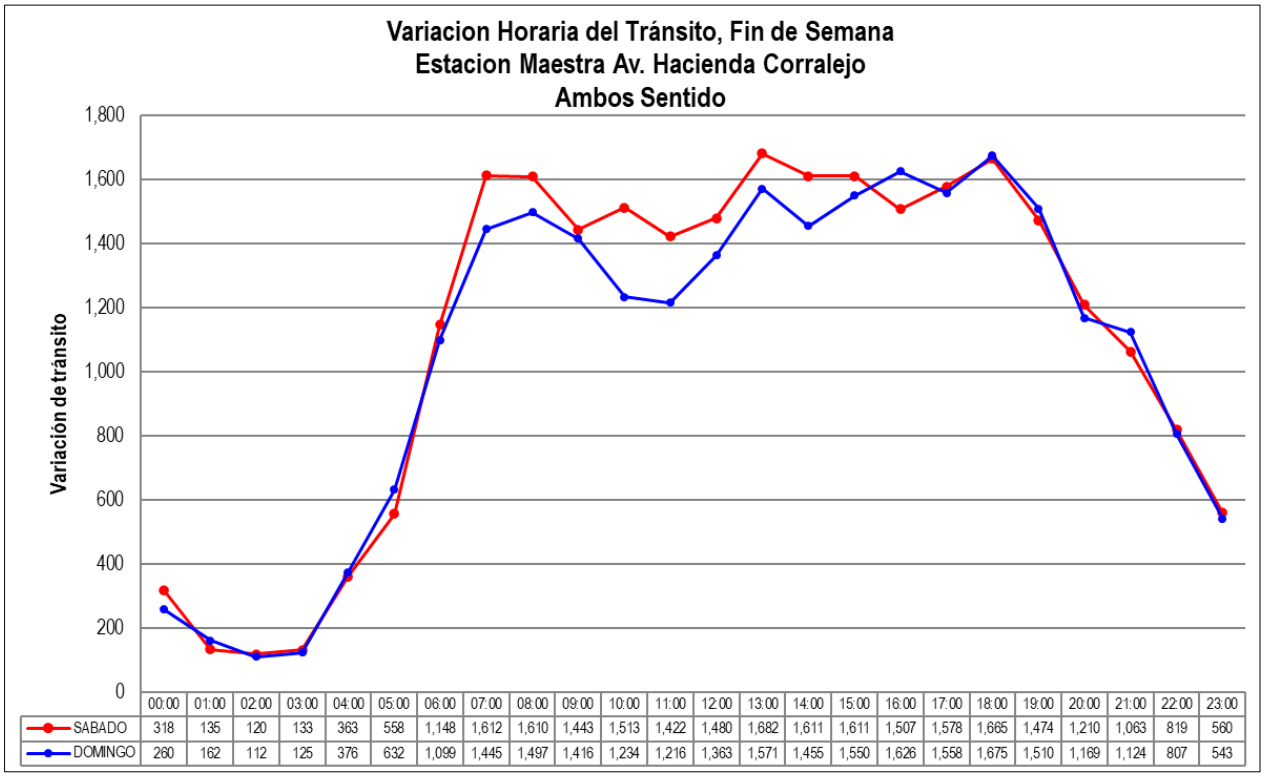


	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
LUNES	290	181	128	150	355	597	1,087	1,519	1,593	1,478	1,442	1,442	1,491	1,673	1,687	1,684	1,539	1,658	1,656	1,741	1,282	1,148	901	592
MARTES	344	188	140	140	336	552	1,045	1,351	1,579	1,593	1,406	1,589	1,536	1,627	1,607	1,602	1,667	1,744	1,709	1,637	1,478	1,244	970	801
MIERCOLES	466	328	217	211	266	427	738	1,089	1,540	1,687	1,585	1,541	1,624	1,861	1,867	1,907	1,723	1,613	1,495	1,468	1,323	1,195	1,034	946
JUEVES	561	402	262	212	216	335	489	710	987	1,216	1,330	1,427	1,387	1,503	1,558	1,575	1,468	1,346	1,299	1,460	1,277	1,083	895	624
VIERNES	356	208	139	173	339	530	895	1,225	1,464	1,551	1,508	1,439	1,435	1,667	1,662	1,644	1,571	1,720	1,738	1,481	1,213	1,075	851	504

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Gráfica 20. Variación diaria y horaria del tránsito en la estación maestra de la Av. Hacienda Corralejo en ambos sentidos entre semana.

El mayor volumen de tránsito vehicular que se desplaza por la Av. Hacienda Corralejo, lo hace entre las 06:00 de la mañana y 19:00 de la tarde, como se aprecia en la gráfica anterior de variación horaria para un día entre semana, para los días de fin de semana, este periodo es 06:00 de la mañana y 18:00.

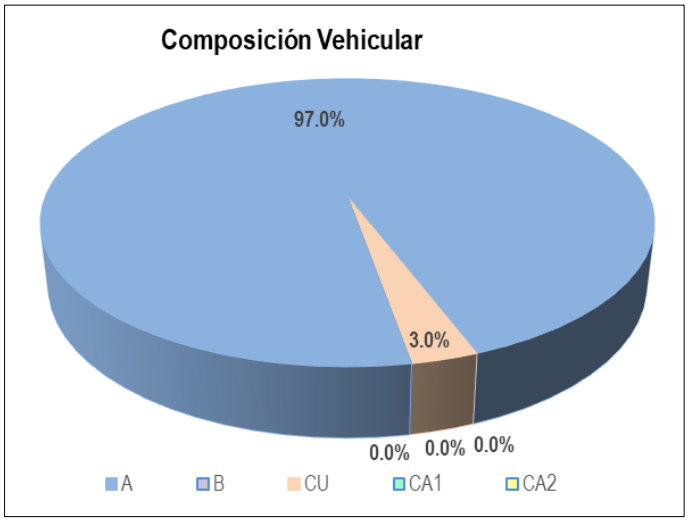


	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
SABADO	318	135	120	133	363	558	1,148	1,612	1,610	1,443	1,513	1,422	1,480	1,682	1,611	1,611	1,507	1,578	1,665	1,474	1,210	1,063	819	560
DOMINGO	260	162	112	125	376	632	1,099	1,445	1,497	1,416	1,234	1,216	1,363	1,571	1,455	1,550	1,626	1,558	1,675	1,510	1,169	1,124	807	543

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Gráfica 21. Variación diaria y horaria del tránsito en la estación maestra de la Av. Hacienda Corralejo en ambos sentidos en fin de semana.

En cuanto a la composición del tránsito vehicular que se registró en la estación maestra, el automóvil y los vehículos ligeros predominan con el 97.0% del total del volumen de tránsito registrado en los días de estudio, seguido con el 3.0% de Camiones unitarios (de 2 y 3 ejes), los Camiones Articulados (de 5, 6 y más ejes) no se registran por la dificultad para hacer maniobras, ya que esta vialidad alimenta principalmente a los fraccionamientos que existen en esta parte del trazo.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Gráfica 22. Variación horaria en la estación maestra en ambos sentidos de la Av. Hacienda Corralejo.

En cuanto a la Hora de Máxima Demanda, en esta estación de la Av. Hacienda Corralejo es variable dependiendo del día que se analice, en el sentido Norte a Sur esta se presenta por la tarde y tiene un rango muy amplio que va de desde las 16:00 hasta las 18:00, en el sentido contrario esta es más homogénea presentándose por la tarde noche entre las 18:00 y las 20:00, para un día entre semana, esto puede explicarse porque los residentes de la zona realizan sus viajes por actividades diversas a cualquier hora del día no presentan un patrón, como así lo muestran los datos obtenidos en la estación y se presentan en la tabla siguiente.

Día	Hora de Maxima Demanda					
	Sentido Norte a Sur Poniente		Sentido Sur a Norte		Ambos Sentidos	
	Volumen	Periodo	Volumen	Periodo	Volumen	Periodo
domingo, 8 de marzo de 2026	882	14:00 - 15:00	694	15:00 - 16:00	1,575	15:00 - 16:00
lunes, 9 de marzo de 2026	936	13:00 - 14:00	805	18:00 - 19:00	1,738	18:00 - 19:00
martes, 10 de marzo de 2026	941	13:00 - 14:00	807	18:00 - 19:00	1,682	13:00 - 14:00
miércoles, 11 de marzo de 2026	947	16:00 - 17:00	811	18:00 - 19:00	1,675	18:00 - 19:00
jueves, 12 de marzo de 2026	957	15:00 - 16:00	795	19:00 - 20:00	1,741	19:00 - 20:00
viernes, 13 de marzo de 2026	957	17:00 - 18:00	792	18:00 - 19:00	1,744	17:00 - 18:00
sábado, 14 de marzo de 2026	1,066	15:00 - 16:00	851	14:00 - 15:00	1,907	15:00 - 16:00

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Tabla 36. Hora de Máxima Demanda registrado por sentido y por día en la Estación Maestra de la Av. Hacienda Corralejo.

De la tabla anterior se desprende que los días de fin de semana el comportamiento de la HMD se presenta por la tarde siendo este periodo más homogéneo en ambos sentidos. Por otro lado, cuando se analiza la HMD en ambos sentidos esta es muy coincidente con cada uno de los sentidos en cada uno de los días.

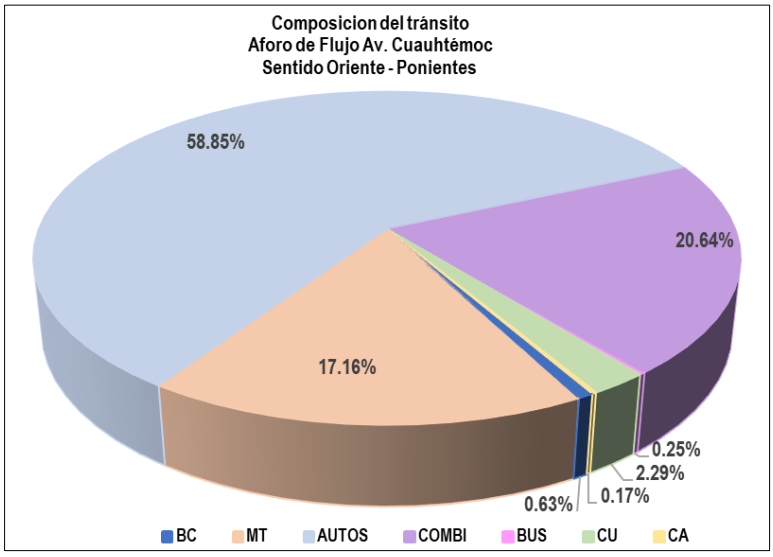
En los aforos automáticos no se tiene la diferenciación de los automóviles de las combis o del transporte público, que por la longitud de sus ejes los clasifica y registra el contador automático como automóvil, con el fin de identificar el valor que representa esta clasificación del total del volumen de autos, fue necesario llevar a cabo un aforo de flujo vehicular, sobre la Av. Cuauhtémoc, tomando cada una de las clasificaciones, este aforo se realizó en un periodo de las 06:00 a las 20:00 horas, obteniendo la siguiente información;

Durante ese periodo de acuerdo al informe del aforo automático se registra poco más del 80% del tránsito total del día (jueves), en el sentido de oriente a poniente el aforo de flujo registro un volumen de 19,450 vehículos de los cuales los automóviles representaron el 58.85% y las combis del transporte público representan el 20.64% del tránsito total en ese pedido, esto se muestra en la tabla y grafica siguiente.

	BC	MT	AUTOS	COMBI	BUS	CU	CA	TOTAL
06:00 - 07:00	15	153	621	224	6	34	0	1,053
07:00 - 08:00	8	203	859	308	3	42	1	1,424
08:00 - 09:00	15	161	839	332	4	58	3	1,412
09:00 - 10:00	6	237	717	310	1	30	3	1,304
10:00 - 11:00	9	197	800	318	4	40	2	1,370
11:00 - 12:00	8	226	834	333	2	41	2	1,446
12:00 - 13:00	9	226	832	295	1	25	6	1,394
13:00 - 14:00	10	252	864	276	4	32	4	1,442
14:00 - 15:00	9	244	880	288	2	42	3	1,468
15:00 - 16:00	5	249	818	282	1	33	2	1,390
16:00 - 17:00	8	243	784	277	13	9	0	1,334
17:00 - 18:00	8	318	871	263	3	32	2	1,497
18:00 - 19:00	7	311	894	263	3	12	3	1,493
19:00 - 20:00	6	318	834	246	2	15	2	1,423
	123	**3,338**	**11,447**	**4,015**	**49**	**445**	**33**	**19,450**
	0.63%	**17.16%**	**58.85%**	**20.64%**	**0.25%**	**2.29%**	**0.17%**	**100.00%**

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Tabla 37. Principales resultados del Aforo de flujo sobre la Av. Cuauhtémoc, sentido de Ote a Pte.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Gráfica 23. Variación horaria en la estación maestra en ambos sentidos de la Av. Hacienda Corralejo.

Para el sentido de poniente a oriente el aforo de flujo registro un volumen de 20,239 vehículos de los cuales los automóviles representaron el 60.26% y las combis del transporte público representan el 19.73% del tránsito total en ese pedido, la tabla y grafica siguiente muestra ese comportamiento.

	BC	MT	AUTOS	COMBI	BUS	CU	CA	TOTAL
06:00 - 07:00	12	209	777	293	6	17	2	1,316
07:00 - 08:00	15	249	996	301	5	28	7	1,601
08:00 - 09:00	21	253	911	289	6	22	4	1,506
09:00 - 10:00	7	201	857	254	1	31	1	1,352
10:00 - 11:00	16	224	833	293	2	30	3	1,401
11:00 - 12:00	10	218	859	273	3	36	3	1,402
12:00 - 13:00	14	213	819	276	3	39	5	1,369
13:00 - 14:00	18	267	861	283	3	23	0	1,455
14:00 - 15:00	21	259	1,010	332	4	22	0	1,648
15:00 - 16:00	4	225	961	287	3	26	1	1,507
16:00 - 17:00	9	203	814	232	4	25	0	1,287
17:00 - 18:00	20	320	948	332	3	41	1	1,665
18:00 - 19:00	16	269	907	295	1	19	2	1,509
19:00 - 20:00	11	306	643	253	0	8	0	1,221
	194	**3,416**	**12,196**	**3,993**	**44**	**367**	**29**	**20,239**
	0.96%	**16.88%**	**60.26%**	**19.73%**	**0.22%**	**1.81%**	**0.14%**	**100.00%**

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los equipos de conteo en el trazo del proyecto.

Tabla 38. Principales resultados del Aforo de flujo sobre la Av. Cuauhtémoc, sentido de Pte. a Ote..

Podemos concluir que del volumen total de automóviles del aforo automático el 74.7% en promedio son automóviles y el 25.3% corresponden a las combis del transporte público.

Volúmenes Vehiculares Direccionales

Una vez identificada las horas de máxima demanda en la variación horaria del flujo vehicular y la composición del tránsito de las estaciones maestras instalada en el trazo del corredor en la zona de estudio, se programaron, de acuerdo a la importancia que las intersecciones presentan en el tramo de la Av. Cuauhtémoc y la Av. Hacienda Corralejo, donde se consideró que podría verse impactado al tránsito vehicular dentro de la red vial y se planeo realizar un análisis a través de la toma de una muestras del tránsito durante tres periodos de 3 horas cada uno (de las 06:00 a las 09:00, de las 12:00 a las 15:00 y de las 17:00 a las 20:00), los volúmenes vehiculares registrados en los nodos y tramos viales que se consideraron los más representativos de la red vial de la zona de estudio, la información obtenida en cada una de las intersecciones consideradas se presentan a manera de resumen en la tabla siguiente.

De los Aforos Direccionales de las intersecciones consideradas, se obtuvieron los volúmenes vehiculares y parámetros operacionales, mismos que se presentan de forma detallada en el Anexo A de Aforos Direccionales.

Cabe mencionar de acuerdo a la información obtenida en campo que la Av. Cuauhtémoc junto con la Av. Hacienda Corralejo, son las dos de las vialidades más importante dentro de la zona de estudio y son también aquellas por las que se ha considerado el corredor del proyecto de la Línea del Trolebús Ixtapaluca, y forman parte de la red vial del municipio, estas vialidades permiten la movilidad de la zona, por lo que al seguir el trazo de las avenidas se intercepta en su trazo con una importante cantidad de calles, de las cuales para este análisis solo se han considerado las más representativas por la función de movilidad que tienen en la zona, por las característica físicas observadas y por los volumen de tránsito vehicular que aportan a la red vial, sobre todo a la Av. Cuauhtémoc y la Av. Hacienda Corralejo, estas entran dentro de la clasificación de vialidades secundarias, donde los volúmenes vehiculares para los movimientos de vuelta izquierda y vuelta derecha, descargan a estas dos avenidas que se adicionan a los volúmenes de frente de las mismas; como puede apreciarse en el resumen de la tabla siguiente el tránsito vehicular es variable y donde los volúmenes vehiculares de las intersecciones analizadas sobre la Av. Cuauhtémoc;

El volumen de tránsito en la hora de máxima demanda por la mañana osciló entre 2,424 vehículos que se presentan al inicio del tramo en la intersección formada por la Carretera Federal México- Puebla y Av. Paseo de San Buenaventura y 5,356 vehículos al final del tramo en la intersección de la Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara, la mayor demanda se presenta entre 06:45 y las 08:00 en las distintas intersecciones del tramo.
Para la hora de máxima demanda al mediodía osciló entre 2,240 y 5,364 vehículos en los mismos puntos que en el periodo de la mañana, la mayor demanda se presenta entre 12:15 y las 14:00 en las distintas intersecciones del tramo.

En el periodo correspondiente para la tarde noche los volúmenes observados oscilan entre los 2,127 a los 4,860 vehículos, que se presentan al inicio y al final del tramo de la Av. Cuauhtémoc, la mayor demanda se presenta entre 17:00 y las 18:00 en las distintas intersecciones del tramo en los mismos puntos que en el periodo de la mañana.

N°	INTERSECCIÓN	HORA DE MAXIMA DEMANDA		
		PERIODO	Hora	VOLUMEN
1	Carretera Federal México- Puebla y Av. Paseo de San Buenaventura	Mañana	06:45 - 07:45	2,424
		Mediodia	13:00 - 14:00	2,240
		Tarde	18:30 - 19:30	2,127
2	Av. Cuauhtémoc y TC México Puebla - San Vicente	Mañana	07:45 - 08:45	3,993
		Mediodia	12:45 - 13:45	3,748
		Tarde	18:00 - 19:00	3,663
3	Av. Cuauhtémoc y Francisco Villa	Mañana	07:30 - 08:30	3,530
		Mediodia	13:15 - 14:15	3,907
		Tarde	18:15 - 19:15	3,681
4	Av. Cuauhtémoc y calle Ignacio zaragoza	Mañana	08:00 - 09:00	3,728
		Mediodia	13:15 -14:15	3,522
		Tarde	18:00 - 19:00	3,472
5	Av. Cuauhtémoc y calle Hidalgo	Mañana	08:00 - 09:00	3,758
		Mediodia	13:00 - 14:00	3,582
		Tarde	18:00 - 19:00	3,536
6	Av. Cuauhtémoc y calle Benito Juarez	Mañana	06:45 - 07:45	3,910
		Mediodia	13:00 - 14:00	4,408
		Tarde	17:45 - 18:45	3,874
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes Central	Mañana	07:15 - 08:15	2,475
		Mediodia	12:00 - 13:00	2,738
		Tarde	19:00 - 20:00	2,391
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes Lateral	Mañana	07:30 - 08:30	1,510
		Mediodia	14:00 - 15:00	1,383
		Tarde	18:45 - 19:45	1,359
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac Central	Mañana	06:45 - 07:45	2,284
		Mediodia	14:00 - 15:00	2,160
		Tarde	17:00 - 18:00	1,675
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac Lateral	Mañana	06:45 - 07:45	1,761
		Mediodia	12:15 - 13:15	1,617
		Tarde	18:30 - 19:30	1,535
9	Av. Cuauhtémoc y Calle Encino	Mañana	07:30 - 08:30	3,671
		Mediodia	14:00 - 15:00	3,577
		Tarde	17:15 - 18:15	3,435
10	Av. Cuauhtémoc y Carretera Federal México - Cuautla	Mañana	08:00 - 09:00	3,027
		Mediodia	12:00 - 13:00	2,720
		Tarde	18:30 - 19:30	2,520
11	Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara	Mañana	06:45 - 07:45	5,356
		Mediodia	13:15 - 14:15	5,364
		Tarde	17:00 - 18:00	4,860

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 39. Principales resultados de los Aforos Direccionales de las intersecciones del tramo de la Av. Cuauhtémoc.

Para el tramo de la Av. Hacienda Corralejo – Av. Canal de Santa Barbara, se presenta una situación particular, de acuerdo a lo observado en campo, la Av. Hacienda Corralejo se construye para dar entrada o salida del fraccionamiento Hacienda las Palmas y Geovillas de Santa Barbara, con dirección hacia la Av. Cuauhtémoc o la Lateral de la Autopista México – Puebla, una de sus características es que cuenta con doble sentido de circulación, con el tiempo se terminó de fraccionar la parte poniente de la Colonia Alfredo del Mazo y Santa Cruz Tlapacoya y se construyó el cuerpo izquierdo de la Av. Canal de Santa Barbara, esta también comenzó a operar con doble sentido de circulación, el cual permanece hasta ahora. La falta de una adecuada regularización y administración de esta vialidad ha permitido que se tengan dos vialidades que corren paralelas y que realizan la misma función, esta situación nos llevó a dividir las intersecciones de este tramo en dos intersecciones del mismo punto ya que presentan 26 movimientos direccionales distintos (cuando normalmente una intersección en "**+**" presenta 12 movimientos) que correspondían, unos a la Av. Hacienda Corralejo y otros a la Av. Canal de Santa Barbara y otros más a la calle con la que se intercepta, es por esta razón que en la tabla siguiente se presentan todos los volúmenes de cada periodo. El volumen de tránsito en la hora de máxima demanda por la mañana osciló entre 1,811 vehículos que se presentan al inicio del tramo en la intersección formada por la Av. Hacienda Corralejo – Av. Canal de Santa Barbara con la calle Ferrocarril y los 2,304 vehículos al final del tramo en la intersección de la Av. Hacienda Corralejo – Av. Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda el Vergel, la mayor demanda se presenta entre 06:15 y las 09:00 en las distintas intersecciones del tramo.

Para la hora de máxima demanda al mediodía osciló entre 1,973 y 1,432 vehículos en los mismos puntos que en el periodo de la mañana, la mayor demanda se presenta entre 12:15 y las 14:00 en las distintas intersecciones del tramo.

En el periodo correspondiente para la tarde noche los volúmenes observados oscilan entre los 2,107 a los 1,808 vehículos, que se presentan al inicio y al final del tramo de la Av. Hacienda Corralejo – Av. Canal de Santa Barbara en los mismos puntos que en el periodo de la mañana, la mayor demanda se presenta entre 18:15 y las 19:00 en las distintas intersecciones del tramo.

N°	INTERSECCIÓN	HORA DE MAXIMA DEMANDA		
		PERIODO	Hora	VOLUMEN
12	Canal de Santa Barbara y Ferrocarril	Mañana	07:00 - 08:00	1,514
		Mediodia	14:00 - 15:00	1,638
		Tarde	17:30 - 18:30	1,756
12	Av. Hacienda Corralejo y Ferrocarril	Mañana	07:00 - 08:00	297
		Mediodia	12:45 - 13:45	335
		Tarde	18:15 - 19:15	351
13	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua	Mañana	08:00 - 09:00	1,015
		Mediodia	13:45 - 14:45	1,215
		Tarde	17:15 - 18:15	1,205
13	Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda Ojo de Agua	Mañana	07:00 - 08:00	277
		Mediodia	13:00 - 14:00	357
		Tarde	18:00 - 19:00	302
13	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua y Av. Hacienda Corralejo	Mañana	06:45 - 07:45	141
		Mediodia	12:45 - 13:45	168
		Tarde	18:15 - 19:15	160
14	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Cotera	Mañana	07:45 - 08:45	1,294
		Mediodia	12:45 - 13:45	1,128
		Tarde	18:45 - 19:45	1,367
14	Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda Cotera	Mañana	06:45 - 07:45	448
		Mediodia	12:15 - 13:15	457
		Tarde	19:00 - 20:00	463
15	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso	Mañana	07:45 - 08:45	1,282
		Mediodia	13:15 - 14:15	1,308
		Tarde	17:30 - 18:30	1,220
15	Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda de Valparaiso	Mañana	07:30 - 08:30	286
		Mediodia	12:45 - 13:45	380
		Tarde	19:00 - 20:00	349
15	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso y Av. Hacienda Corralejo	Mañana	06:45 - 07:45	166
		Mediodia	13:00 - 14:00	185
		Tarde	19:00 - 20:00	129
16	Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel y Av. Hacienda Corralejo	Mañana	07:15 - 08:15	370
		Mediodia	12:30 - 13:30	342
		Tarde	19:00 - 20:00	491
16	Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel	Mañana	06:15 - 07:15	1,680
		Mediodia	12:30 - 13:30	952
		Tarde	18:45 - 19:45	1,108
16	Av. Hacienda Corralejo y Hacienda el Vergel	Mañana	06:15 - 07:15	254
		Mediodia	12:30 - 13:30	138
		Tarde	18:00 - 19:00	209
17	Calle Nte. 15 y Av. División del Norte (caseta vieja)	Mañana	06:30 - 07:30	249
		Mediodia	13:45 - 14:45	277
		Tarde	19:00 - 20:00	292

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 40. Principales resultados de los Aforos Direccionales de las intersecciones del tramo de la Av. Hacienda Corralejo.

Las intersecciones analizadas para este estudio, fueron seleccionaron porque de acuerdo a los términos de referencia son los puntos donde se tiene pensado estarán las estaciones de la línea del Trolebús y porque en el radio de acción de estas se requiere contar con información veraz y oportuna del sitio, además de que estas intersecciones son las que mejor reflejan la operación del tránsito de la zona, principalmente aquellas sobre la Av. Cuauhtémoc y la Av. Hacienda Corralejo, donde puede recaer el mayor impacto por los cambios que se harán a estas vialidades por la operación de la nueva Línea de Trolebús; por lo tanto, son estas intersecciones del proyecto que presenta mayor interés, de que la operación del tránsito se vea de forma clara, que defina perfectamente la movilidad en la zona así como su problemática. Para ello se hicieron los análisis de capacidad con la Micro simulación, que arrojaron los niveles de servicio en los períodos críticos de las intersecciones analizadas, mismas que se ubican dentro del trazo del corredor Av. Cuauhtémoc - Av. Hacienda Corralejo del proyecto.

N°	INTERSECCIÓN	ACCESO	VI	DF	VD	VU	TOTAL ACCESO	TOTAL INTER
1	Carretera Federal México- Puebla Y P. De Sanbuenaventura	Norte	0	0	0	0	0	2,424
		Oriente	286	728	0	0	1,014	
		Sur	253	0	261	0	514	
		Poniente	0	693	198	5	896	
2	Av. Cuauhtémoc y TC México Puebla - San Vicente	Norte	164	271	944	0	1,379	3,993
		Oriente	129	645	160	0	934	
		Sur	6	209	79	0	294	
		Poniente	627	738	21	0	1,386	
3	Av. Cuauhtémoc y Francisco Villa	Norte	57	131	194	0	382	3,530
		Oriente	22	1,242	69	3	1,336	
		Sur	72	101	39	0	212	
		Poniente	305	1,130	69	96	1,600	
4	Av. Cuauhtémoc y calle Ignacio zaragoza	Norte	0	100	104	0	204	3,728
		Oriente	0	1,569	11	0	1,580	
		Sur	80	33	85	0	198	
		Poniente	0	1,590	156	0	1,746	
5	Av. Cuauhtémoc y calle Hidalgo	Norte	0	0	203	0	203	3,758
		Oriente	0	1,753	0	0	1,753	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	0	1,746	56	0	1,802	
6	Av. Cuauhtémoc y calle Benito Juarez	Norte	0	0	0	0	0	3,910
		Oriente	71	1,489	107	231	1,898	
		Sur	69	68	34	0	171	
		Poniente	74	1,599	141	27	1,841	
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes Central	Norte	0	0	0	0	0	2,475
		Oriente	213	972	0	117	1,302	
		Sur	24	0	169	0	193	
		Poniente	0	975	5	0	980	
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes Lateral	Norte	0	0	0	0	0	1,510
		Oriente	0	598	0	0	598	
		Sur	329	0	0	0	329	
		Poniente	0	451	132	0	583	
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac Central	Norte	158	0	0	0	158	2,284
		Oriente	0	1,166	0	0	1,166	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	254	706	0	0	960	
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac Lateral	Norte	113	0	258	0	371	1,761
		Oriente	0	413	122	112	647	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	332	398	0	13	743	
9	Av. Cuauhtémoc y Calle Encino	Norte	115	0	289	0	404	3,671
		Oriente	101	1,145	323	0	1,569	
		Sur	0	0	72	0	72	
		Poniente	222	1,332	72	0	1,626	
10	Av. Cuauhtémoc y Carretera Federal México - Cuautla	Norte	0	0	0	0	0	3,027
		Oriente	0	971	18	0	989	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	1,868	0	170	0	2,038	
11	Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara	Norte	0	0	0	0	0	5,356
		Oriente	878	1,788	0	97	2,763	
		Sur	0	0	683	5	688	
		Poniente	0	1,845	60	0	1,905	

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 41. Principales resultados de los volúmenes de tránsito direccionales en el periodo de la mañana de las intersecciones del tramo de la Av. Cuauhtémoc.

N°	INTERSECCIÓN	ACCESO	VI	DF	VD	VU	TOTAL ACCESO	TOTAL INTER
1	Carretera Federal México- Puebla Y P. De Sanbuenaventura	Norte	0	0	0	0	0	2,240
		Oriente	230	731	0	0	961	
		Sur	160	0	264	0	424	
		Poniente	0	522	327	6	855	
2	Av. Cuauhtémoc y TC México Puebla - San Vicente	Norte	134	215	750	0	1,099	3,748
		Oriente	117	580	176	0	873	
		Sur	12	210	74	0	296	
		Poniente	715	731	34	0	1,480	
3	Av. Cuauhtémoc y Francisco Villa	Norte	30	124	197	0	351	3,907
		Oriente	25	1,290	125	4	1,444	
		Sur	123	163	29	0	315	
		Poniente	307	1,242	117	131	1,797	
4	Av. Cuauhtémoc y calle Ignacio zaragoza	Norte	0	101	74	0	175	3,522
		Oriente	0	1,333	16	0	1,349	
		Sur	194	44	61	0	299	
		Poniente	0	1,564	135	0	1,699	
5	Av. Cuauhtémoc y calle Hidalgo	Norte	0	0	213	0	213	3,582
		Oriente	0	1,585	0	0	1,585	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	0	1,701	83	0	1,784	
6	Av. Cuauhtémoc y calle Benito Juarez	Norte	0	0	0	0	0	4,408
		Oriente	79	1,531	188	261	2,059	
		Sur	66	138	66	0	270	
		Poniente	209	1,613	133	124	2,079	
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes Central	Norte	0	0	0	0	0	2,738
		Oriente	221	835	0	152	1,208	
		Sur	75	0	253	0	328	
		Poniente	0	1,196	6	0	1,202	
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes Lateral	Norte	0	0	0	0	0	1,383
		Oriente	0	527	0	0	527	
		Sur	336	0	0	0	336	
		Poniente	0	381	139	0	520	
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac Central	Norte	178	0	0	0	178	2,160
		Oriente	0	1,028	0	0	1,028	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	205	749	0	0	954	
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac Lateral	Norte	147	0	240	0	387	1,617
		Oriente	0	505	205	87	797	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	118	296	0	19	433	
9	Av. Cuauhtémoc y Calle Encino	Norte	93	0	210	0	303	3,577
		Oriente	43	1,293	295	0	1,631	
		Sur	0	0	70	0	70	
		Poniente	296	1,169	108	0	1,573	
10	Av. Cuauhtémoc y Carretera Federal México - Cuautla	Norte	0	0	0	0	0	2,720
		Oriente	0	960	32	0	992	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	1,541	0	187	0	1,728	
11	Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara	Norte	0	0	0	0	0	5,364
		Oriente	784	1,787	0	117	2,688	
		Sur	0	0	678	6	684	
		Poniente	0	1,897	95	0	1,992	

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

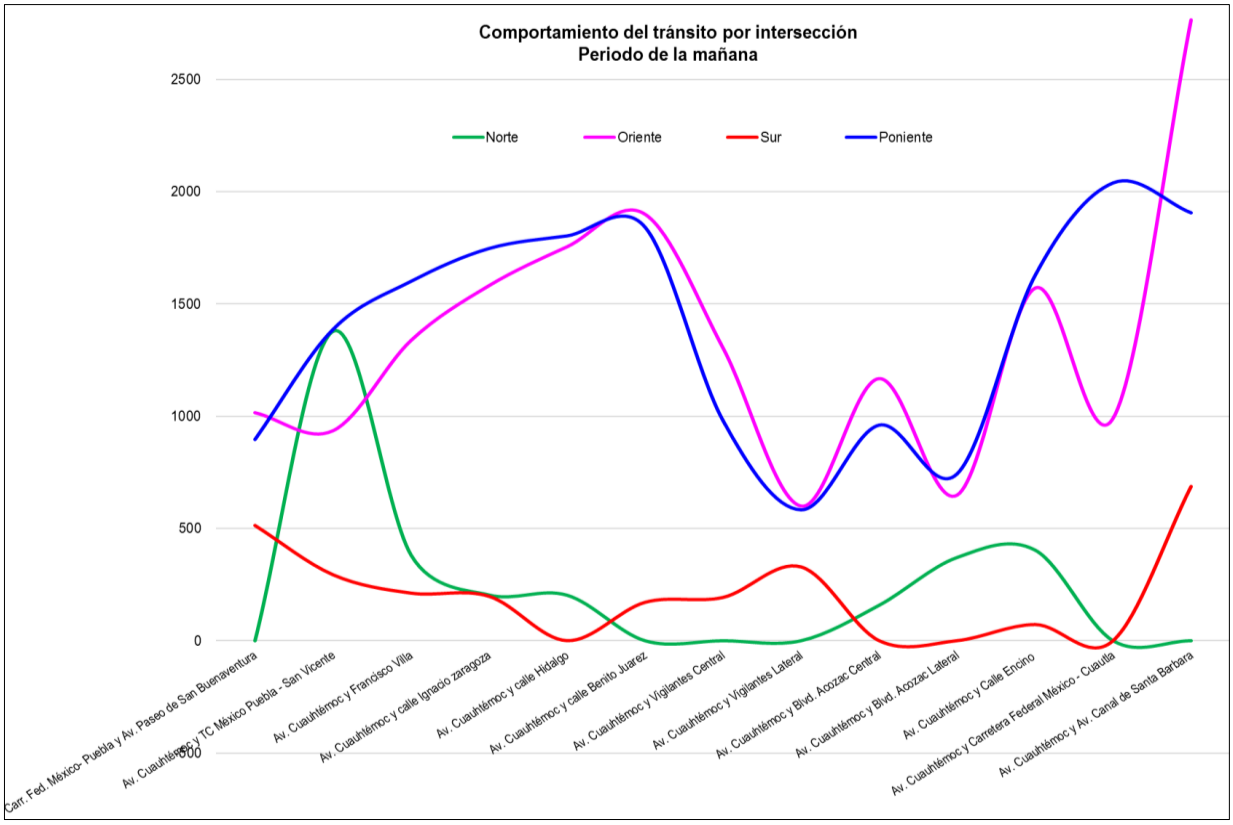
Tabla 42. Principales resultados de los volúmenes de tránsito direccionales en el periodo del mediodía de las intersecciones del tramo de la Av. Cuauhtémoc.

N°	INTERSECCIÓN	ACCESO	VI	DF	VD	VU	TOTAL ACCESO	TOTAL INTER
1	Carretera Federal México- Puebla Y P. De Sanbuenaventura	Norte	0	0	0	0	0	2,127
		Oriente	241	520	0	0	761	
		Sur	162	0	207	0	369	
		Poniente	0	571	422	4	997	
2	Av. Cuauhtémoc y TC México Puebla - San Vicente	Norte	133	265	592	0	990	3,663
		Oriente	109	415	126	0	650	
		Sur	11	265	69	0	345	
		Poniente	882	780	16	0	1,678	
3	Av. Cuauhtémoc y Francisco Villa	Norte	26	136	182	0	344	3,681
		Oriente	8	1,074	71	1	1,154	
		Sur	97	195	17	0	309	
		Poniente	350	1,352	99	73	1,874	
4	Av. Cuauhtémoc y calle Ignacio zaragoza	Norte	0	54	74	0	128	3,472
		Oriente	0	1,248	14	0	1,262	
		Sur	104	60	71	0	235	
		Poniente	0	1,741	106	0	1,847	
5	Av. Cuauhtémoc y calle Hidalgo	Norte	0	0	212	0	212	3,536
		Oriente	0	1,426	0	0	1,426	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	0	1,847	51	0	1,898	
6	Av. Cuauhtémoc y calle Benito Juarez	Norte	0	0	0	0	0	3,874
		Oriente	63	1,429	144	165	1,801	
		Sur	37	134	45	0	216	
		Poniente	140	1,530	114	73	1,857	
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes Central	Norte	0	0	0	0	0	2,391
		Oriente	141	839	0	135	1,115	
		Sur	51	0	161	0	212	
		Poniente	0	1,057	7	0	1,064	
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes Lateral	Norte	0	0	0	0	0	1,359
		Oriente	0	572	0	0	572	
		Sur	312	0	0	0	312	
		Poniente	0	357	118	0	475	
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac Central	Norte	100	0	0	0	100	1,675
		Oriente	0	826	0	0	826	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	190	559	0	0	749	
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac Lateral	Norte	198	0	198	0	396	1,535
		Oriente	0	422	125	73	620	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	207	285	0	27	519	
9	Av. Cuauhtémoc y Calle Encino	Norte	76	0	244	0	320	3,435
		Oriente	118	1,013	301	0	1,432	
		Sur	0	0	5	0	5	
		Poniente	241	1,357	80	0	1,678	
10	Av. Cuauhtémoc y Carretera Federal México - Cuautla	Norte	0	0	0	0	0	2,520
		Oriente	0	872	16	0	888	
		Sur	0	0	0	0	0	
		Poniente	1,479	0	153	0	1,632	
11	Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara	Norte	0	0	0	0	0	4,860
		Oriente	637	1,718	0	117	2,472	
		Sur	0	0	677	9	686	
		Poniente	0	1,625	77	0	1,702	

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 43. Principales resultados de los volúmenes de tránsito direccionales en el periodo de la Tarde de las intersecciones del tramo de la Av. Cuauhtémoc.

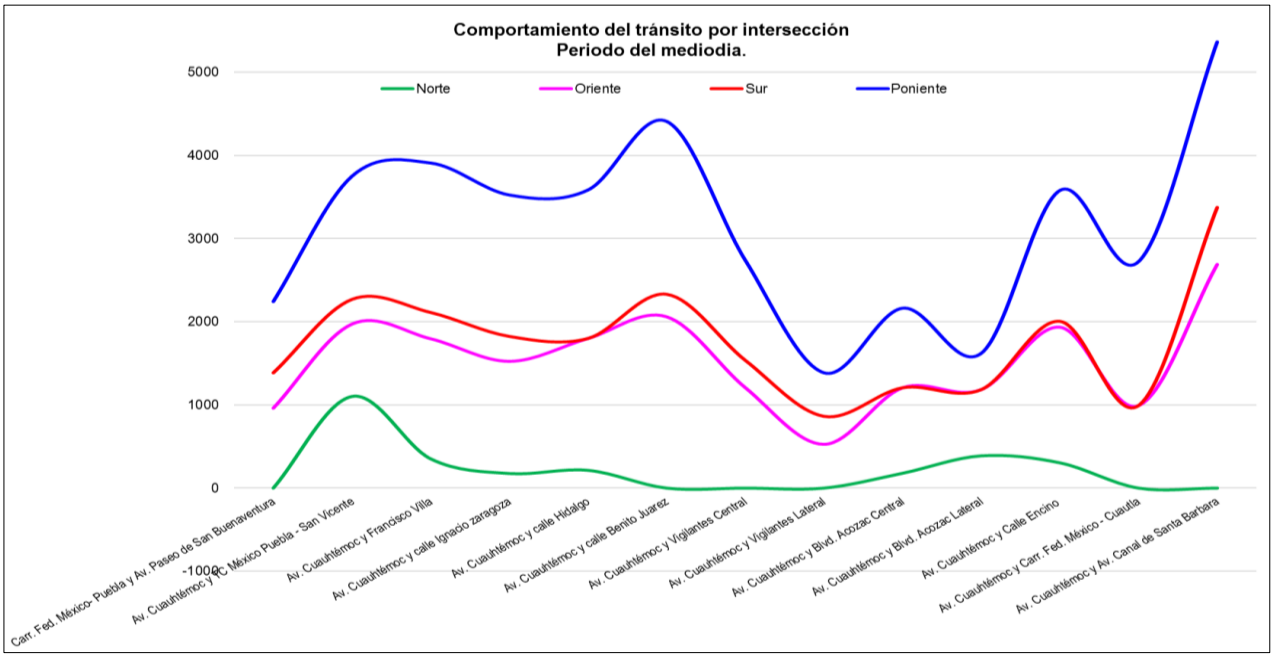
De las tablas anterior se desprende que la movilidad sobre el tramo de la Av. Cuauhtémoc en el sentido poniente a oriente y oriente a poniente, es más intensa que el resto de los accesos de las intersecciones con las que se intercepta, ya que los mayores volúmenes de tránsito que va de frente en el periodo de la mañana oscilan entre 728 y los 1,788 vehículos, y en el sentido de poniente a oriente van de los 693 a los 1,845 vehículos.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Gráfica 24. Variación de volumen por salida en las intersecciones del tramo de la Av. Cuauhtémoc, periodo de la mañana.

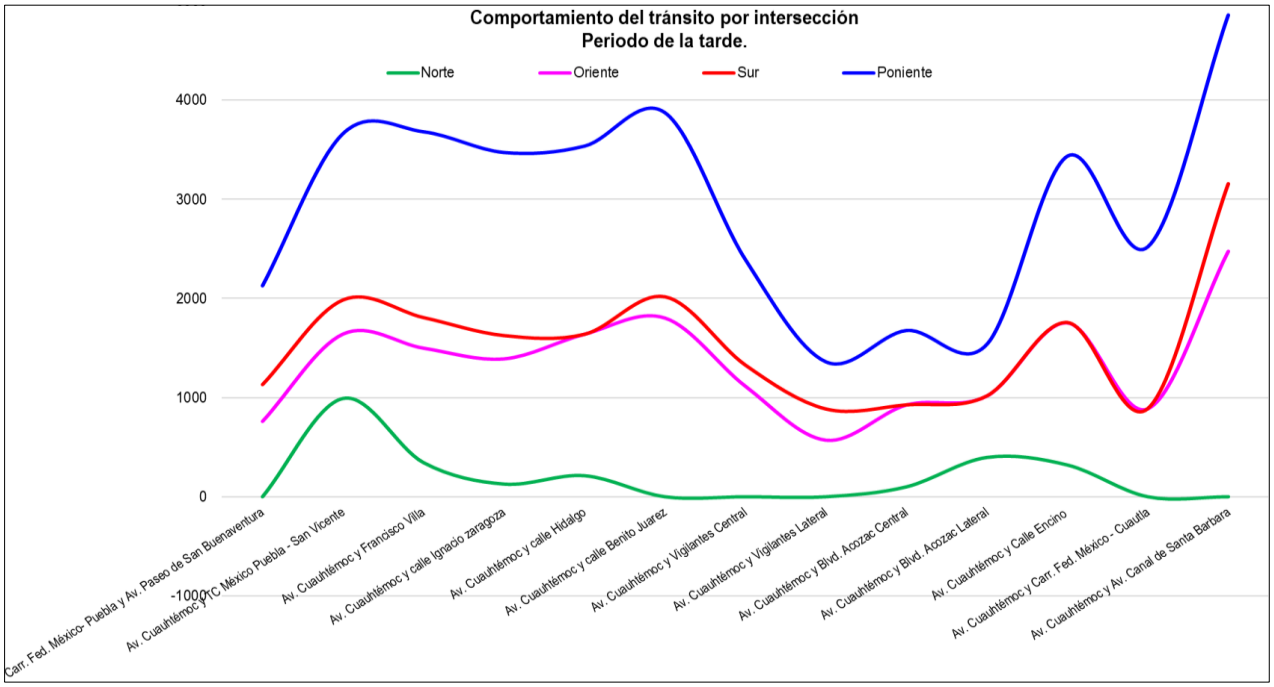
Para el periodo del mediodía en el sentido oriente a poniente este valor es de entre 731 y los 1,787 vehículos, en el sentido contrario van de los 522 a los 1,897 vehículos,



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Gráfica 25. Variación de volumen por salida en las intersecciones del tramo de la Av. Cuauhtémoc, periodo del mediodía.

Para el periodo de la tarde en el sentido oriente a poniente este valor es de entre 520 y los 1,718 vehículos, en el sentido contrario van de los 571 a los 1,625 vehículos,



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Gráfica 26. Variación de volumen por salida en las intersecciones del tramo de la Av. Cuauhtémoc, periodo de la tarde.

N°	INTERSECCIÓN	ACCESO	VI	DF	VD	VU	TOTAL ACCESO	TOTAL INTER
12	Canal de Santa Barbara y Ferrocarril	Norte	13	585	91	13	702	1,514
		Oriente	92	55	11	0	158	
		Sur	10	444	39	0	493	
		Poniente	48	21	92	0	161	
12	Av. Hacienda Corralejo y Ferrocarril	Norte	0	41	0	0	41	297
		Oriente	32	0	0	0	32	
		Sur	8	168	47	0	223	
		Poniente	0	0	1	0	1	
13	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua	Norte	17	485	5	0	507	1,015
		Oriente	29	14	0	0	43	
		Sur	1	437	16	0	454	
		Poniente	4	7	0	0	11	
13	Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda Ojo de Agua	Norte	8	44	10	0	62	277
		Oriente	22	0	41	0	63	
		Sur	4	100	43	0	147	
		Poniente	4	0	1	0	5	
13	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua y Av. Hacienda Corralejo	Norte	0	62	28	0	90	141
		Oriente	0	0	0	0	0	
		Sur	45	0	0	0	51	
		Poniente	0	0	0	0	0	
14	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Cotera	Norte	0	727	0	0	727	1,294
		Oriente	0	0	0	0	0	
		Sur	0	567	0	0	567	
		Poniente	0	0	0	0	0	
14	Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda Cotera	Norte	68	99	0	0	167	448
		Oriente	81	0	78	0	159	
		Sur	0	100	22	0	122	
		Poniente	0	0	0	0	0	
15	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso	Norte	65	623	5	0	693	1,282
		Oriente	95	7	0	0	102	
		Sur	4	436	38	0	478	
		Poniente	1	6	2	0	9	
15	Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda de Valparaiso	Norte	29	61	0	0	90	286
		Oriente	14	0	41	0	55	
		Sur	0	84	46	0	130	
		Poniente	0	0	11	0	11	
15	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso y Av. Hacienda Corralejo	Norte	0	2	79	0	81	166
		Oriente	64	0	0	0	64	
		Sur	18	0	3	0	21	
		Poniente	0	0	0	0	0	
16	Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel y Av. Hacienda Corralejo	Norte	23	18	0	0	41	370
		Oriente	83	0	0	0	83	
		Sur	246	0	0	0	246	
		Poniente	0	0	0	0	0	
16	Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel	Norte	7	1,133	5	0	1,145	1,680
		Oriente	306	25	0	0	331	
		Sur	0	9	148	0	157	
		Poniente	7	18	22	0	47	
16	Av. Hacienda Corralejo y Hacienda el Vergel	Norte	2	44	5	0	51	254
		Oriente	81	0	9	0	90	
		Sur	6	101	1	0	108	
		Poniente	1	0	4	0	5	
17	Calle Nte. 15 y Av. División del Norte (caseta vieja)	Norte	0	0	0	0	0	249
		Oriente	17	0	61	0	78	
		Sur	0	0	42	0	42	
		Poniente	0	102	27	0	129	

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 44. Principales resultados de los volúmenes de tránsito direccionales en el periodo de la mañana de las intersecciones del tramo de la Av. Hda. Corralejo – Av. Canal de Santa Barbara.

INTERSECCIÓN	ACCESO	VI	DF	VD	VU	TOTAL ACCESO	TOTAL INTER
Canal de Santa Barbara y Ferrocarril	Norte	30	520	96	3	649	1,638
	Oriente	86	109	27	0	222	
	Sur	20	552	42	0	614	
	Poniente	65	86	2	0	153	
Av. Hacienda Corralejo y Ferrocarril	Norte	0	39	0	0	39	335
	Oriente	34	0	0	0	34	
	Sur	3	164	91	0	258	
	Poniente	0	0	0	4	4	
Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua	Norte	33	572	5	0	610	1,215
	Oriente	20	21	0	0	41	
	Sur	6	506	38	0	550	
	Poniente	1	9	4	0	14	
Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda Ojo de Agua	Norte	11	40	9	0	60	357
	Oriente	37	0	65	0	102	
	Sur	3	152	35	0	190	
	Poniente	2	0	3	0	5	
Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua y Av. Hacienda Corralejo	Norte	0	60	27	0	87	168
	Oriente	0	0	0	0	0	
	Sur	52	0	29	0	81	
	Poniente	0	0	0	0	0	
Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Cotera	Norte	0	656	0	0	656	1,128
	Oriente	0	0	0	0	0	
	Sur	0	472	0	0	472	
	Poniente	0	0	0	0	0	
Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda Cotera	Norte	64	130	0	0	194	457
	Oriente	55	0	76	0	131	
	Sur	0	108	24	0	132	
	Poniente	0	0	0	0	0	
Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso	Norte	103	569	5	0	677	1,308
	Oriente	102	7	0	0	109	
	Sur	5	473	35	0	513	
	Poniente	0	6	3	0	9	
Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda de Valparaiso	Norte	63	36	1	0	100	380
	Oriente	18	0	109	0	127	
	Sur	2	83	57	0	142	
	Poniente	0	0	11	0	11	
Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso y Av. Hacienda Corralejo	Norte	0	0	63	0	63	185
	Oriente	95	0	0	0	95	
	Sur	13	0	14	0	27	
	Poniente	0	0	0	0	0	
Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel y Av. Hacienda Corralejo	Norte	12	16	0	0	28	342
	Oriente	38	0	0	0	38	
	Sur	276	0	0	0	276	
	Poniente	0	0	0	0	0	
Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel	Norte	22	555	14	0	591	952
	Oriente	134	26	0	0	160	
	Sur	2	26	139	0	167	
	Poniente	7	26	1	0	34	
Av. Hacienda Corralejo y Hacienda el Vergel	Norte	1	33	0	0	34	138
	Oriente	25	0	8	0	33	
	Sur	11	53	4	0	68	
	Poniente	2	0	1	0	3	
Calle Nte. 15 y Av. División del Norte (caseta vieja)	Norte	0	0	0	0	0	277
	Oriente	32	0	61	0	93	
	Sur	0	0	32	0	32	
	Poniente	0	125	27	0	152	

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

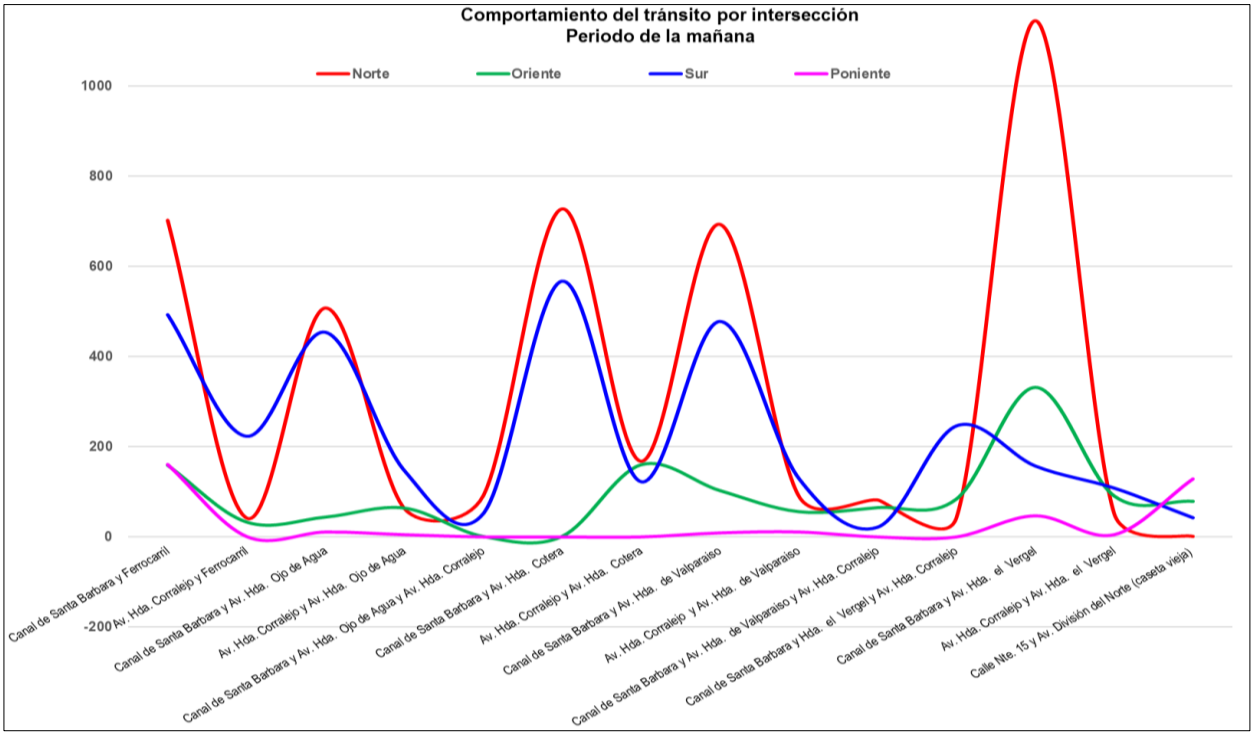
Tabla 45. Principales resultados de los volúmenes de tránsito direccionales en el periodo del mediodía de las intersecciones del tramo de la Av. Hda. Corralejo – Av. Canal de Santa Barbara.

N°	INTERSECCIÓN	ACCESO	VI	DF	VD	VU	TOTAL ACCESO	TOTAL INTER
12	Canal de Santa Barbara y Ferrocarril	Norte	34	517	189	0	740	1,756
		Oriente	106	87	36	0	229	
		Sur	27	551	64	0	642	
		Poniente	68	64	13	0	145	
12	Av. Hacienda Corralejo y Ferrocarril	Norte	0	60	0	0	60	351
		Oriente	43	0	0	0	43	
		Sur	11	154	77	0	242	
		Poniente	0	0	6	0	6	
13	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua	Norte	30	540	5	0	575	1,205
		Oriente	27	12	0	0	39	
		Sur	4	548	27	0	579	
		Poniente	3	8	1	0	12	
13	Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda Ojo de Agua	Norte	14	28	5	0	47	302
		Oriente	12	0	52	0	64	
		Sur	0	149	39	0	188	
		Poniente	1	0	2	0	3	
13	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua y Av. Hacienda Corralejo	Norte	0	77	22	0	99	160
		Oriente	0	0	0	0	0	
		Sur	25	0	36	0	61	
		Poniente	0	0	0	0	0	
14	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Cotera	Norte	0	703	0	0	703	1,367
		Oriente	0	0	0	0	0	
		Sur	0	664	0	0	664	
		Poniente	0	0	0	0	0	
14	Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda Cotera	Norte	61	89	0	0	150	463
		Oriente	31	0	87	0	118	
		Sur	0	150	45	0	195	
		Poniente	0	0	0	0	0	
15	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso	Norte	64	535	5	0	604	1,220
		Oriente	71	4	0	0	75	
		Sur	6	509	23	0	538	
		Poniente	0	2	1	0	3	
15	Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda de Valparaiso	Norte	41	35	0	0	76	349
		Oriente	10	0	62	0	72	
		Sur	0	152	34	0	186	
		Poniente	0	0	15	0	15	
15	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso y Av. Hacienda Corralejo	Norte	0	0	53	0	53	129
		Oriente	46	0	0	0	46	
		Sur	17	0	13	0	30	
		Poniente	0	0	0	0	0	
16	Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel y Av. Hacienda Corralejo	Norte	11	2	0	0	13	491
		Oriente	110	0	0	0	110	
		Sur	367	0	1	0	368	
		Poniente	0	0	0	0	0	
16	Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel	Norte	4	511	8	0	523	1,108
		Oriente	120	38	0	0	158	
		Sur	3	97	274	0	374	
		Poniente	2	51	0	0	53	
16	Av. Hacienda Corralejo y Hacienda el Vergel	Norte	6	17	3	0	26	209
		Oriente	12	0	10	0	22	
		Sur	12	147	0	0	159	
		Poniente	2	0	0	0	2	
17	Calle Nte. 15 y Av. División del Norte (caseta vieja)	Norte	0	0	0	0	0	292
		Oriente	37	0	50	0	87	
		Sur	0	0	31	0	31	
		Poniente	0	141	33	0	174	

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 46. Principales resultados de los volúmenes de tránsito direccionales en el periodo de la tarde de las intersecciones del tramo de la Av. Hda. Corralejo – Av. Canal de Santa Barbara.

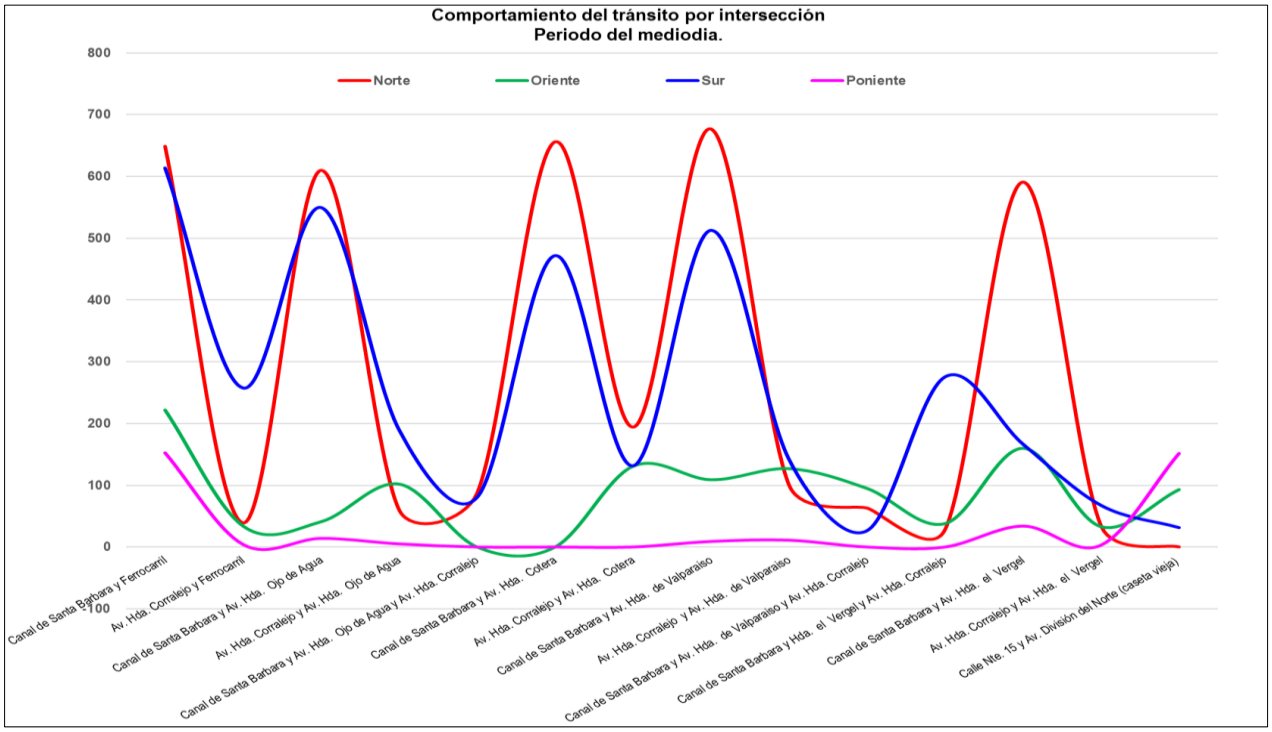
La movilidad sobre el tramo de la Av. Canal de Santa Barbara - Av. Hacienda Corralejo, en el sentido norte a sur y sur a norte, es más intensa que el resto de los accesos de las intersecciones con las que se intercepta, ya que los mayores volúmenes de tránsito que va de frente en el periodo de la mañana en el sentido de norte a sur oscilan entre 591 y los 1,195 vehículos, y en el sentido de sur a norte van de los 537 a los 667 vehículos.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Gráfica 27. Variación de volumen por salida en las intersecciones del tramo de la Av. Canal de Santa Barbara - Av. Hacienda Corralejo, periodo de la mañana.

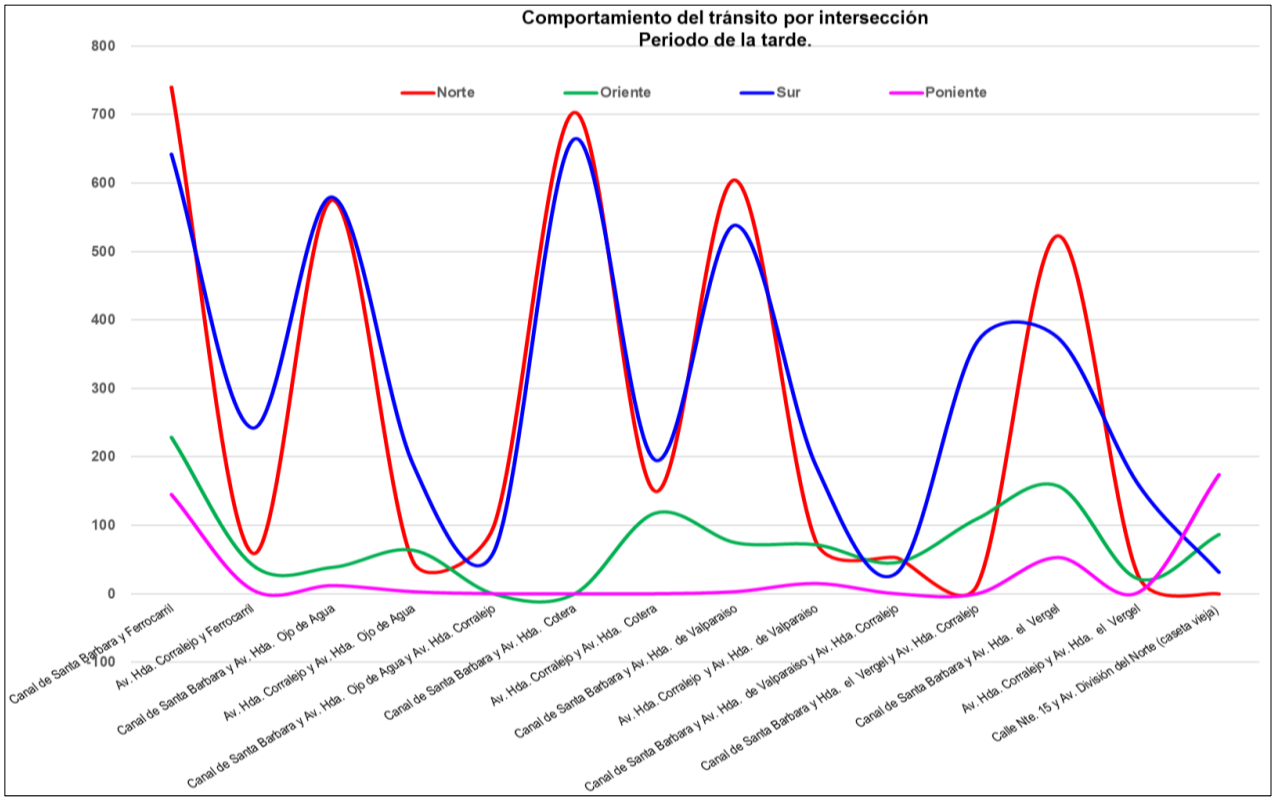
Para el periodo del mediodía en el sentido norte a sur este valor es de entre 559 y los 604 vehículos, en el sentido contrario van de los 559 a los 786 vehículos,



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Gráfica 28. Variación de volumen por salida en las intersecciones del tramo de la la Av. Canal de Santa Barbara - Av. Hacienda Corralejo, periodo del mediodía.

Para el periodo de la tarde en el sentido norte a sur este valor es de entre 530 y los 790 vehículos, en el sentido contrario van de los 577 a los 814 vehículos,



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Gráfica 29. Variación de volumen por salida en las intersecciones del tramo de la Av. Canal de Santa Barbara - Av. Hacienda Corralejo, periodo de la tarde.

De las intersecciones analizadas dentro del trazo del corredor para este estudio, se observa que la movilidad de entrada y salida es sobre la Av. Cuauhtémoc y las avenidas Canal de Santa Barbara - Hacienda Corralejo, la primera en el sentido oriente a poniente y de poniente a oriente, y la segunda en el sentido de norte a sur y sur norte, en ellas se presentó el mayor volumen de tránsito, por lo que se tendrá mayor atención sobre estas vialidades.

Los volúmenes de tránsito del tramo de la vialidad se presentan de forma esquemática en los el Anexo A de Aforos Direccionales, para el periodo de estudio y el periodo crítico.

Aforos de Flujo Tramos complementarios

Para medir el tránsito vehicular que hace uso de la red vial en especial en las vialidades importantes próximas al trazo del corredor del proyecto, se propuso la realización de 2 puntos de aforo de flujo, uno de ellos sobre la Av. Cuauhtémoc con una duración de 14 horas (de 06:00 a 20:00 hrs.) y el otro sobre la Av. Santa Barbara (con Hacienda Cotera) con una duración de 9 horas en tres periodos (de 06:00 a 09:00, de 12:00 a 15:00 y de 17:00 a 20:00), con el fin de conocer la movilidad que se da en la zona y los periodos de máxima

demanda. Los resultados de estos aforos vehiculares complementarios se presentan en la tabla siguiente, de donde se desprende que en el resto de la traza urbana se presenta también un importante flujo vehicular.

N°	Punto de Aforo	Hora de Maxima Demanda		
		Periodo	Hora	Volumen
1	Av. Cuauhtémoc - Ignacio Zaragoza	Mañana	07:45 - 08:45	3,081
		Mediodia	14:00 - 15:00	3,116
		Tarde	17:00 - 18:00	3,169
2	Av. Canal de Santa Barbara - Av. Hda. Cotera	Mañana	07:45 - 08:45	1,294
		Mediodia	12:45 - 13:45	1,128
		Tarde	18:45 - 19:45	1,367

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 47. Volúmenes vehiculares en tramos viales.

De la tabla siguiente se desprende que es considerable el flujo de vehículos en los accesos analizados dentro de la zona solo en el punto de la Av. Cuauhtémoc es más alto, por la tarde en la hora de máxima demanda con 3,169 vehículos y se presenta entre la 17:00 y las 18:00, seguido por el periodo del Mediodía con un volumen de tránsito de 3,116 vehículo en el periodo de máxima demanda observado de las 14:00 a las 15:00 horas y por la mañana con un volumen de tránsito de 3,081 vehículos que se presentan en la hora de máxima demanda, entre las 07:45 a las 08:45.

AV.CUAUHTEMOC - IGNACIO ZARAGOZA

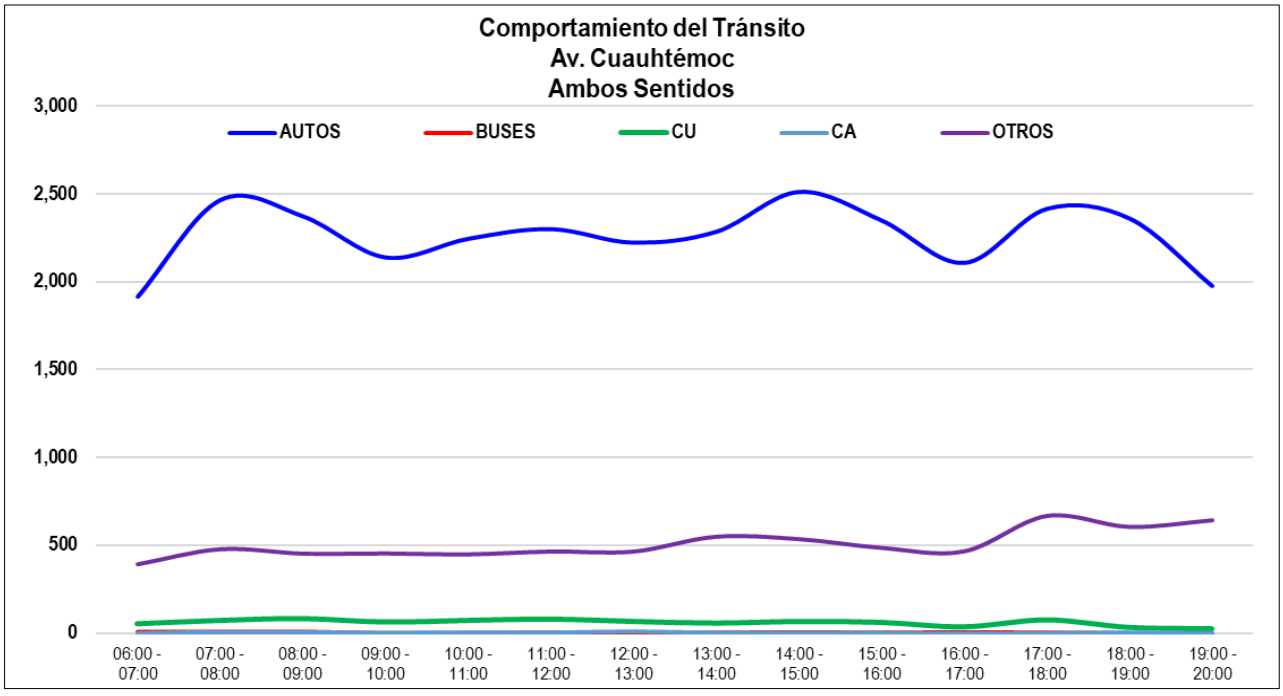
ACCESO: **06:00 - 22:00**

MOVIMIENTO DE FRENTE: **AMBOS SENTIDOS**

PERIODO	AUTOS	BUSES	CU	CA	OTROS	TOTAL
06:00 - 07:00	1,915	12	51	2	389	**2,369**
07:00 - 08:00	2,464	8	70	8	475	**3,025**
08:00 - 09:00	2,371	10	80	7	450	**2,918**
09:00 - 10:00	2,138	2	61	4	451	**2,656**
10:00 - 11:00	2,244	6	70	5	446	**2,771**
11:00 - 12:00	2,299	5	77	5	462	**2,848**
12:00 - 13:00	2,222	4	64	11	462	**2,763**
13:00 - 14:00	2,284	7	55	4	547	**2,897**
14:00 - 15:00	2,510	6	64	3	533	**3,116**
15:00 - 16:00	2,348	4	59	3	483	**2,897**
16:00 - 17:00	2,107	17	34	0	463	**2,621**
17:00 - 18:00	2,414	6	73	3	666	**3,162**
18:00 - 19:00	2,359	4	31	5	603	**3,002**
19:00 - 20:00	1,976	2	23	2	641	**2,644**
TOTAL	**31,651**	**93**	**812**	**62**	**7,071**	**39,689**

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 48. Volúmenes vehiculares en el tramo vial de la Av. Cuauhtémoc en Ambos Sentidos.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Gráfica 30. Variación de volumen por en del tramo de la Av. Cuauhtémoc en ambos sentidos.

En el punto de la Av. Canal de Santa Barbara los volúmenes de tránsito son menores pero no menos importantes, por la tarde en la hora de máxima demanda con 1,367 vehículos y se presenta entre la 18:45 y las 19:45, seguido por el periodo de la mañana con un volumen de tránsito de 1,294 vehículo en el periodo de máxima demanda observado de las 07:45 a las 08:45 horas y por al Mediodía con un volumen de tránsito de 1,128 vehículos que se presentan en la hora de máxima demanda, entre las 12:45 a las 13:45.

AV. CANAL DE SANTA BARBARA - AV. HACIENDA COTERA

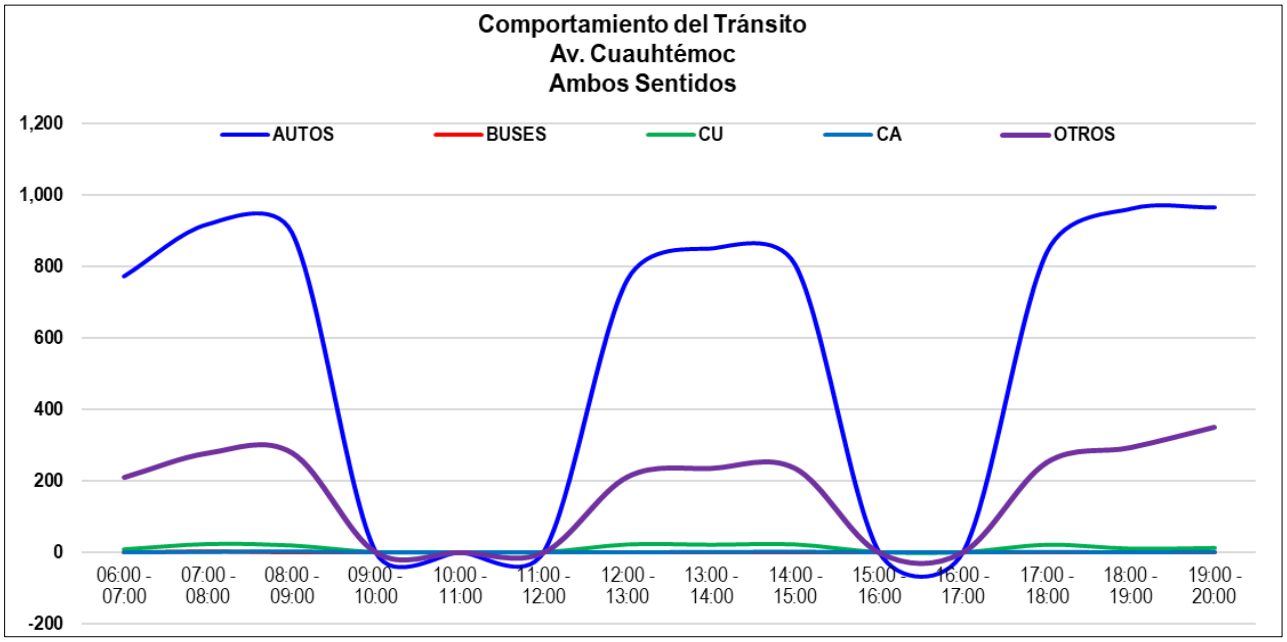
ACCESO: **06:00 - 22:00**

MOVIMIENTO DE FRENTE: **AMBOS SENTIDOS**

PERIODO	AUTOS	BUSES	CU	CA	OTROS	TOTAL
06:00 - 07:00	772	0	8	0	211	**991**
07:00 - 08:00	918	2	23	1	279	**1,223**
08:00 - 09:00	895	0	19	3	279	**1,196**
09:00 - 10:00	0	0	0	0	0	**0**
10:00 - 11:00	0	0	0	0	0	**0**
11:00 - 12:00	0	0	0	0	0	**0**
12:00 - 13:00	763	0	22	0	212	**997**
13:00 - 14:00	850	0	21	1	236	**1,108**
14:00 - 15:00	804	1	22	2	236	**1,065**
15:00 - 16:00	0	0	0	0	0	**0**
16:00 - 17:00	0	0	0	0	0	**0**
17:00 - 18:00	840	1	21	1	252	**1,115**
18:00 - 19:00	961	0	10	0	294	**1,265**
19:00 - 20:00	965	1	12	1	351	**1,330**
TOTAL	**7,768**	**5**	**158**	**9**	**2,350**	**10,290**

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 49. Volúmenes vehiculares en el tramo vial de la Av. Canal de Santa Barbara en Ambos Sentidos.



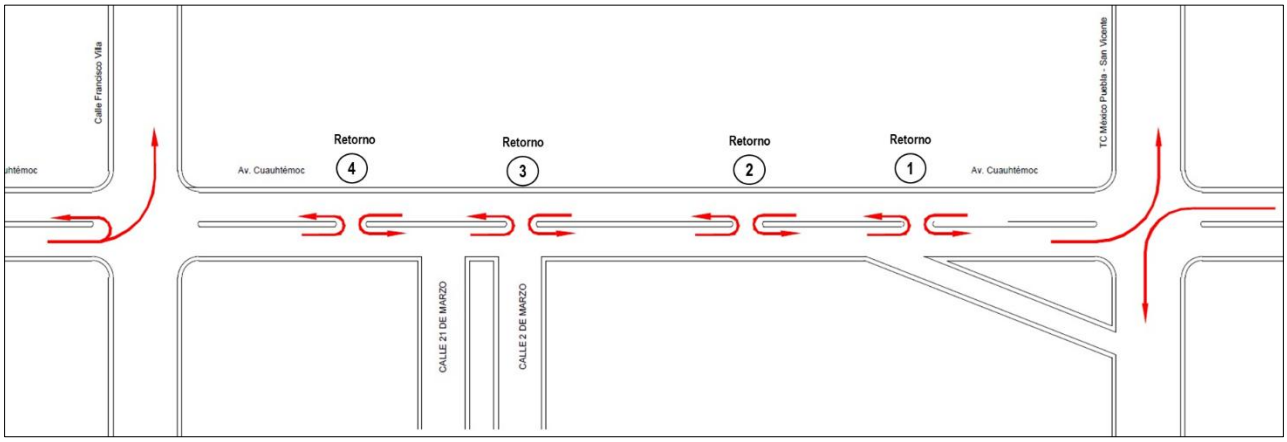
Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Gráfica 31. Variación de volumen por en del tramo de la Av. Canal de Santa Barbara en ambos sentidos.

Aforo en los retornos sobre la Av. Cuauhtémoc.

Con el fin de contar con la información necesaria que puede de alguna manera impacta la operatividad de la Av. Cuauhtémoc y que tiene que ser considerado dentro del proyecto de la línea del Trolebús, sobre todo si se tiene considerado confinar en un carril exclusivo para su funcionamiento, son los retornos que se presentan sobre esta vialidad, las vueltas izquierda y retornos que se han considerado ya en los aforos direccionales, pero en este punto se vuelven a retomar debido a la importancia que tienen dentro de la operatividad de la avenida que es la vialidad más importante que atraviesa la cabecera municipal de Ixtapaluca en el sentido de oriente a poniente y de poniente a oriente y que de alguna manera está incluido dentro del trazo del corredor.

Es por eso que se aforaron los retornos que no están incluidos dentro de los aforos direccionales, y con ello se cubren todos los retornos del tramo del corredor motivo de este análisis, así como las vueltas izquierdas, obteniendo los siguientes resultados:



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Figura 56. Ubicación de los retornos aforados en el tramo de la Av. Cuauhtémoc.

N°	Retorno	ACCESO	Mañana		Mediodia		Tarde	
			VI	VU	VI	VU	VI	VU
1	Av. Cuauhtémoc Retorno 1	Oriente	286	0	230	0	241	0
		Poniente	0	5	0	6	0	4
2	Av. Cuauhtémoc Retorno 2	Oriente	129	0	117	0	109	0
		Poniente	627	0	715	0	882	0
3	Av. Cuauhtémoc Retorno 3	Oriente	22	3	25	4	8	1
		Poniente	305	96	307	131	350	73
4	Av. Cuauhtémoc Retorno 4	Oriente	0	0	0	0	0	0
		Poniente	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 50. Volúmenes vehiculares movimientos de retorno en el tramo vial de la Av. Cuauhtémoc.

N°	INTERSECCIÓN	ACCESO	Mañana		Mediodia		Tarde	
			VI	VU	VI	VU	VI	VU
1	Carretera Federal México- Puebla y Av. Paseo de San Buenaventura	Oriente	286	0	230	0	241	0
		Poniente	0	5	0	6	0	4
2	Av. Cuauhtémoc y TC México Puebla - San Vicente	Oriente	129	0	117	0	109	0
		Poniente	627	0	715	0	882	0
3	Av. Cuauhtémoc y Francisco Villa	Oriente	22	3	25	4	8	1
		Poniente	305	96	307	131	350	73
4	Av. Cuauhtémoc y calle Ignacio zaragoza	Oriente	0	0	0	0	0	0
		Poniente	0	0	0	0	0	0
5	Av. Cuauhtémoc y calle Hidalgo	Oriente	0	0	0	0	0	0
		Poniente	0	0	0	0	0	0
6	Av. Cuauhtémoc y calle Benito Juarez	Oriente	71	231	79	261	63	165
		Poniente	74	27	209	124	140	73
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes Central	Oriente	213	117	221	152	141	135
		Poniente	0	0	0	0	0	0
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes Lateral	Oriente	0	0	0	0	0	0
		Poniente	0	0	0	0	0	0
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac Central	Oriente	0	0	0	0	0	0
		Poniente	254	0	205	0	190	0
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac Lateral	Oriente	0	112	0	87	0	73
		Poniente	332	13	118	19	207	27
9	Av. Cuauhtémoc y Calle Encino	Oriente	101	0	43	0	118	0
		Poniente	222	0	296	0	241	0
10	Av. Cuauhtémoc y Carretera Federal México - Cuautla	Oriente	0	0	0	0	0	0
		Poniente	1,868	0	1,541	0	1,479	0
11	Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara	Oriente	878	97	784	117	637	117
		Poniente	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 51. Volúmenes vehiculares movimientos de vuelta izquierda y retorno en el tramo vial de la Av. Cuauhtémoc, obtenidos a partir de los Aforos direccionales.

En el sentido de poniente a oriente, el volumen es mayor en el movimiento de vuelta izquierda que en el sentido contrario, para el movimiento de retorno este es mayor en el sentido de oriente a poniente, esta característica se observa en todos los periodos de análisis.

Movilidad de peatones y ciclistas

La movilidad peatonal y de ciclistas que se da dentro de la zona de estudio, son dos de los factores principales que hacen uso de los espacios públicos y que tienen relevancia dentro de la operación de la red vial y en muy pocas ocasiones son tomados en cuenta para la planeación y el ordenamiento de la vía pública e incluir la movilidad peatonal y ciclista, dentro de la movilidad motorizada, de forma que sean más seguras su convivencia con los otros modos de transporte.

Al considerar a los peatones y ciclistas como parte importante de la movilidad que existe en la zona, también se está analizando la infraestructura vial y peatonal la cual incluye las

señales y los señalamientos, las banquetas las rampas de acceso para discapacitados, los árboles sobre las calles, el alumbrado público, el mobiliario urbano, por lo que la infraestructura de las calles y de las banquetas son muy variables en la zona donde se ubica el predio del proyecto, por lo que hay que poner atención y tenerlos muy en cuenta dentro del diseño del proyecto, por esta razón fue necesario realizaron conteos para conocer las características y el volumen de los peatones y ciclistas y determinar la importancia que tienen en el funcionamiento de las intersecciones analizadas, a continuación se presentan los principales resultados de este tipo de aforos;

Análisis de la movilidad peatonal en intersecciones y puentes

Los flujos peatonales se registraron en 16 de las intersecciones donde se realizaron los aforos direccionales en los tramos de la Av. Cuauhtémoc y de la Av. Hacienda Corralejo - Av. Canal de Santa Barbara que corresponden al trazo del proyecto, y que se ubicó dentro del área de estudio, en todos sus sentidos de desplazamiento de oriente a poniente, de poniente a oriente, además de norte a sur y de sur a norte, se analizaron 3 periodos del día, el periodo de la mañana fue de las 06:00 a las 09:00, al mediodía fue de las 12:00 a las 15:00 y por la tarde de las 17:00 a las 20:00 horas, para cada periodo se identificó la hora de máxima demanda así como el volumen de peatones que se desplazan en el periodo. Los datos obtenidos en este análisis, nos indican que existe una movilidad importante de peatones que se mueven sobre la Av. Cuauhtémoc entre la calle Francisco Villa y la Calle Benito Juárez, este tramo vial corresponde a la zona centro del municipio de Ixtapaluca y justo la intersección con mayor movilidad peatonal es la intersección formada por la Av. Cuauhtémoc con la calle Ignacio Zaragoza, justo en este punto se encuentra ubicado el Ayuntamiento, la Casa de la Cultura y el Mercado, además de ser un punto de trasbordo del transporte público ya existen muchas base combis, es una zona comercial importante, por lo tanto, son en estas vialidades donde el impacto del proyecto presenta mayor interés, de que la operación se analice de forma integral e incluyente de todos los actores que intervienen en el desempeño de la operación del tránsito, y que se conceptualice perfectamente la problemática de la movilidad en la zona. En el proyecto, se debe incluir a los peatones que cruzan por estas intersecciones, para proporcionarles las condiciones adecuadas de seguridad y hacer de este punto un cruce seguro.

En el periodo de la mañana la hora de máxima de manda de movimientos peatonales se presenta entre la 06:00 a las 08:00, con 865 peatones en la intersección de la Av. Cuauhtémoc con la calle Ignacio Zaragoza, al medio día es cuando en este crucero se registra la mayor concentración de peatones en el lugar con 2,004 peatones en la hora de 12:45 a las 13:45, siendo por mucho la mayor concentración que se registra en el día, para el periodo de la tarde este es de 1,755 peatones en la hora de las 17:45 a las 18:45, esta información se presenta en las tablas siguientes:

Para el tramo de la Av. Hacienda Corralejo - Av. Canal de Santa Barbara, la intersección que presenta mayor concentración de peatones es la del crucero de la Av. Canal de Santa Barbara con la Av. Hacienda Valparaíso, en este punto se registró por la mañana un volumen peatonal de 441 en la hora de 07:30 a las 08:30, en el periodo del mediodía es

donde se registra el mayor desplazamiento de peatones de todo el día con 607 peatones y por la tarde se presenta en la intersección de la Av. Canal de Santa Barbara con la con la calle Ferrocarril, con 377 peatones en la hora 18:45 a las 19:45.

N°	Intersección	ACCESO	Mañana			Mediodia			Tarde		
			HMD	Volumen peatonal	Total	HMD	Volumen peatonal	Total	HMD	Volumen peatonal	Total
1	Carretera Federal México- Puebla y Av. Paseo de San Buenaventura	Norte	07:45 - 08:45	11	111	12:45 - 13:45	12	136	17:00 - 18:00	18	58
		Oriente		57			42			22	
		Sur		33			64			8	
		Poniente		10			18			10	
2	Av. Cuauhtémoc y TC México Puebla - San Vicente	Norte	07:00 - 08:00	31	55	13:00 - 14:00	31	82	17:15 - 18:15	47	99
		Oriente		6			27			28	
		Sur		14			20			11	
		Poniente		4			4			13	
3	Av. Cuauhtémoc y Francisco Villa	Norte	06:15 -07:15	231	439	13:15 - 14:15	233	535	19:00 - 20.00	170	404
		Oriente		53			146			108	
		Sur		116			81			60	
		Poniente		39			75			66	
3.1	Plaza Pilares	Norte	07:45 - 08:45	69	263	12:45 - 13:45	78	401	17:45 - 18:45	98	312
		Oriente		103			227			97	
		Sur		91			96			117	
		Poniente		0			0			0	
4	Av. Cuauhtémoc y calle Ignacio zaragoza	Norte	07:45 - 08:45	92	865	12:45 - 13:45	464	2,004	17:45 - 18:45	774	1,755
		Oriente		370			794			553	
		Sur		400			740			423	
		Poniente		3			6			5	
5	Av. Cuauhtémoc y calle Hidalgo	Norte	07:45 - 08:45	139	411	13:00 - 14:00	127	545	17:15 - 18:15	84	519
		Oriente		165			290			163	
		Sur		98			125			265	
		Poniente		9			3			7	
6	Av. Cuauhtémoc y calle Benito Juarez	Norte	08:00 - 09:00	41	363	13:00 - 14:00	109	770	18:00 - 19:00	89	674
		Oriente		59			126			67	
		Sur		219			437			324	
		Poniente		44			98			194	
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes Central	Norte	08:00 - 09:00	27	178	12:45 - 13:45	79	306	17:00 - 18:00	47	200
		Oriente		67			49			40	
		Sur		57			130			89	
		Poniente		27			48			24	
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac	Norte	07:45 - 08:45	100	376	12:30 - 13:30	135	544	18:45 - 19:45	85	327
		Oriente		81			125			66	
		Sur		65			102			34	
		Poniente		130			182			142	
9 y 10	Av. Cuauhtémoc y Calle Encino	Norte	07:45 - 08:45	17	281	13:45 - 14:45	34	323	17:00 - 18:00	10	231
		Oriente		158			168			149	
		Sur		21			22			10	
		Poniente		85			99			62	
11	Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara	Norte	06:00 - 07:00	13	165	13:00 - 14:00	17	204	18:00 - 19:00	24	193
		Oriente		0			0			0	
		Sur		30			71			55	
		Poniente		122			116			114	

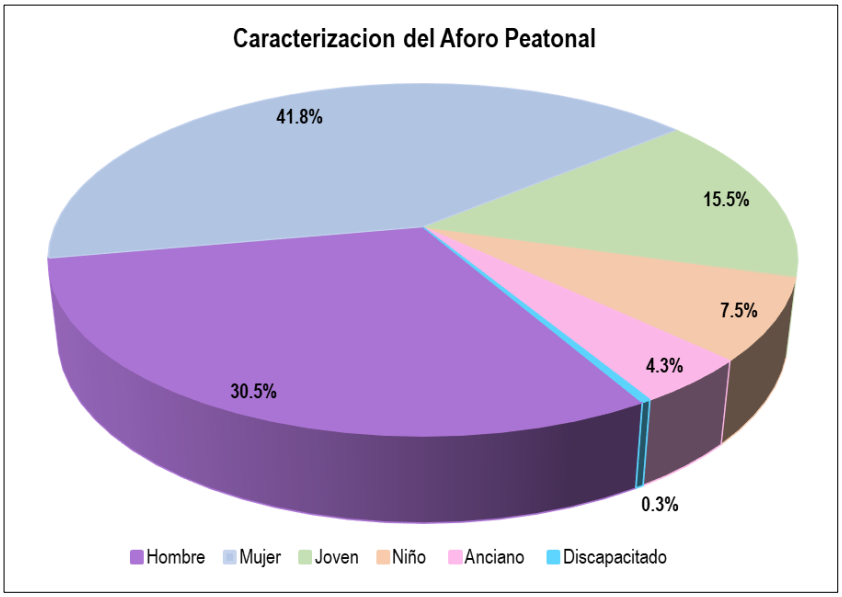
Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 52. Volúmenes de movimientos peatonales en el tramo vial de la Av. Cuauhtémoc.

N°	Intersección	ACCESO	Mañana			Mediodia			Tarde		
			HMD	Volumen peatonal	Total	HMD	Volumen peatonal	Total	HMD	Volumen peatonal	Total
12	Canal de Santa Barbara y Ferrocarril	Norte	06:00 - 07:00	67	257	13:00 - 14:00	57	289	18:45 - 19:45	93	377
		Oriente		94			59			112	
		Sur		34			108			109	
		Poniente		62			65			63	
13	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua	Norte	07:30 - 08:30	38	156	13:00 - 14:00	37	202	19:00 - 20:00	20	113
		Oriente		24			81			15	
		Sur		47			37			33	
		Poniente		47			47			45	
14	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Cotera	Norte	06:15 -07:15	0	120	12:45 - 13:45	0	168	18:00 - 19:00	0	104
		Oriente		47			134			82	
		Sur		73			34			22	
		Poniente		0			0			0	
15	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso	Norte	07:30 - 08:30	202	441	12:30 - 13:30	288	607	18:45 - 19:45	80	165
		Oriente		190			192			43	
		Sur		32			97			24	
		Poniente		17			30			18	
16	Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel y Av. Hacienda Corralejo	Norte	07:15 - 08:15	32	84	13:00 - 14:00	29	98	18:45 - 19:45	23	112
		Oriente		10			2			2	
		Sur		23			51			54	
		Poniente		19			16			33	

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

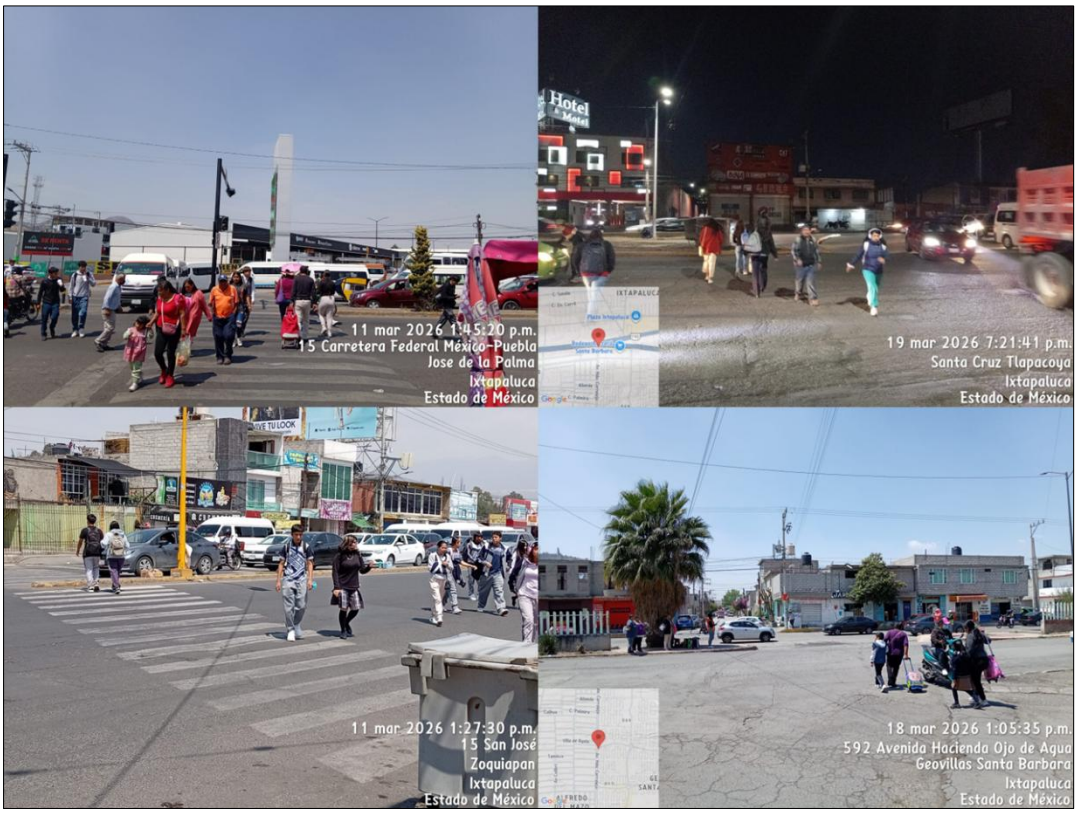
Tabla 53. Volúmenes de movimientos peatonales en el tramo vial de la Av. Canal de Santa Barbara.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Gráfica 32. Caracterización del aforo peatonal en las intersecciones del trazo del proyecto.

De la información obtenida se desprende que las mujeres ocupan el mayor porcentaje de peatones que cruzan en las intersecciones, seguidos de los hombres y los jóvenes y un poco más abajo se ubican los niños y los ancianos que representan un porcentaje representativo que se consideran dentro de la planeación urbana, así como los discapacitados los cuales requieren de instalaciones especiales para su movilidad.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los Aforos Peatonales.

Figura 57. Aforos peatonales en el trazo del proyecto.

Análisis de la movilidad peatonal en puentes

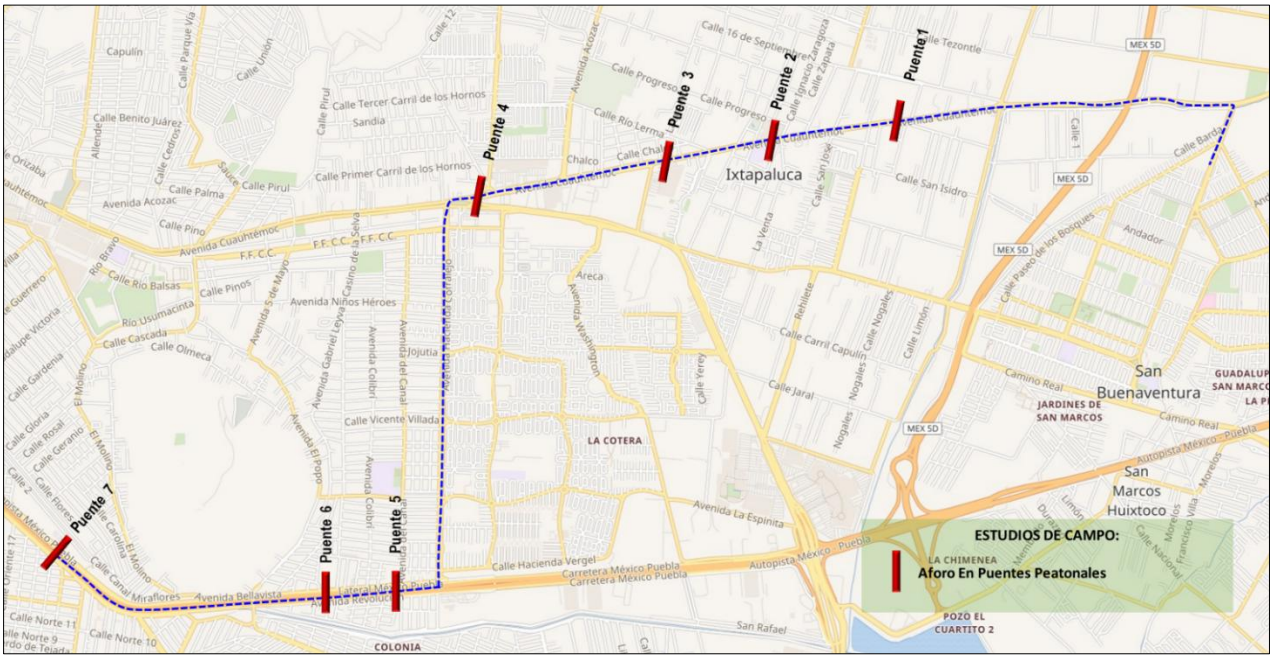
En los aforos peatonales en los puentes sobre la Av. Cuauhtémoc, podemos decir que existe una cantidad importante de peatones que los utilizan para cruzar de forma segura dicha vialidad, de la información recopilada se tiene que el puente ubicado en Ixtapaluca Centro calle Ignacio Zaragoza y que atraviesa la Av. Cuauhtémoc, este puente cuenta con tres accesos, uno en el lado sur de la Av. Cuauhtémoc, y dos accesos en lado norte de dicha avenida, este puente tiene el mayor volumen peatonal al medio día, porque en este punto se encuentra dentro de la zona centro, además de contar con una amplia zona comercial y de servicios importante en el municipio. En el periodo del mediodía se concentra el mayor volumen peatonal con cerca de 1,265 peatones en la hora de máxima demanda que es de las 13:00 a las 14:00 horas, por la tarde se registra una concentración mayor con 474

peatones de la 17:15 a las 18:15 y por la mañana este valor es de 311 peatones observados entre las 08:00 a las 09:00.

N°	Puente	ACCESO	Mañana			Mediodia			Tarde		
			HMD	Volumen peatonal	Total	HMD	Volumen peatonal	Total	HMD	Volumen peatonal	Total
1	Cruz Roja Entre Calle 2 de Marzo y Calle 2° Carril de San Isidro	Norte	07:45 - 08:45	0	37	14:00 - 15:00	0	46	17:30 - 18:30	0	32
		Oriente		0			0			0	
		Sur		0			0			0	
		Poniente		37			46			32	
2	Itapaluca Centro Entre Calle Ignacio Zaragoza y Calle Hidalgo	Norte	08:00 - 09:00	0	311	13:00 - 14:00	0	1,265	17:15 - 18:15	0	474
		Oriente		89			273			99	
		Sur		158			669			253	
		Poniente		64			323			122	
3	Galerias Ixtapaluca Calle Texcoco y Calle Vigilantes	Norte	08:00 - 09:00	0	109	13:00 - 14:00	0	237	18:15 - 19:15	0	107
		Oriente		0			0			0	
		Sur		0			0			0	
		Poniente		109			237			107	
4	Calle Encino Entre Av. Canal de Santa Barbara y Av. Paseo de los Pinos	Norte	08:00 - 09:00	23	217	13:15 - 14:15	56	463	18:15 - 19:15	72	319
		Oriente		94			185			110	
		Sur		0			0			0	
		Poniente		100			222			137	
5	Autopista Mex- Puebla y Av. Del Canal	Norte	07:30 - 08:30	0	264	12:45 - 13:45	0	431	18:45 - 19:45	0	275
		Oriente		0			0			0	
		Sur		0			0			0	
		Poniente		264			431			275	
6	Autopista Mex- Puebla y Casino de la Selva	Norte	07:15 - 08:15	0	148	12:30 - 13:30	0	136	18:45 - 19:45	0	125
		Oriente		0			0			0	
		Sur		0			0			0	
		Poniente		148			136			125	
7	Caseta Vieja	Norte	06:30 - 07:30	344	344	13:15 - 14:15	140	140	19:00 - 20:00	163	163
		Oriente		0			0			0	
		Sur		0			0			0	
		Poniente		0			0			0	

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de la información obtenida en campo.

Tabla 54. Volúmenes de movimientos en los puentes peatonales en el trazo del proyecto.



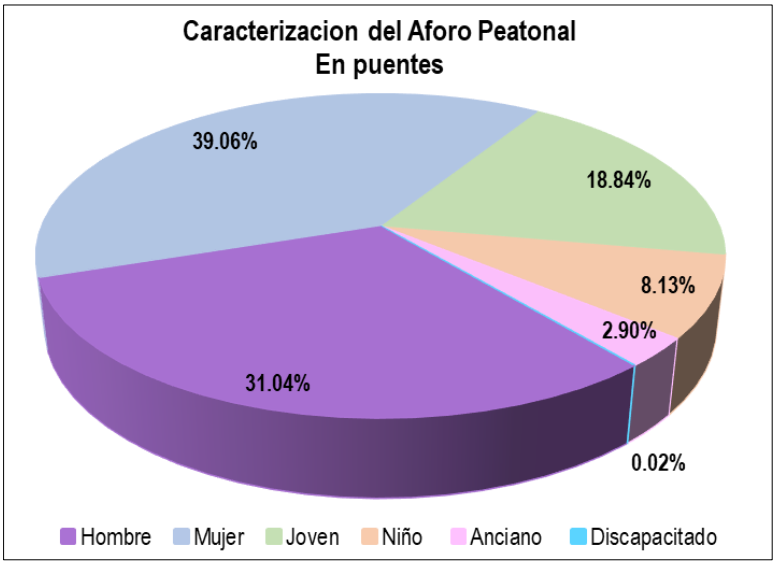
Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los Aforos Peatonales.

Figura 58. Ubicación de los puentes peatonales en el trazo del proyecto.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los Aforos Peatonales.

Figura 59. Aforos en los puentes peatonales en el trazo del proyecto.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los Aforos Peatonales en puentes.

Gráfica 33. Caracterización del aforo peatonal en las intersecciones del trazo del proyecto.

De la información obtenida de los aforos en puentes se desprende que las mujeres ocupan el mayor porcentaje de peatones que cruzan en las intersecciones, seguidos de los hombres y los jóvenes y un poco más abajo se ubican los niños y los ancianos que representan un porcentaje representativo que se consideran dentro de la planeación urbana, así como los discapacitados los cuales requieren de instalaciones especiales para su movilidad.

La información obtenida con los aforos peatonales nos aporta datos importantes sobre el comportamiento de la movilidad peatonal de la zona. Para diseñar las áreas necesarias para su desplazamiento considerando las normas de diseño destinadas para zonas peatonales que permiten mejorar el desempeño de la operación del tránsito, las cuales podrán modificarse si así se requiere o adecuarse de acuerdo a las necesidades del entorno, de la zona y del proyecto.

En este punto además se deberán plantearán medidas de protección para personas de la tercera edad y principalmente para personas con capacidades diferentes.

Análisis de la movilidad de ciclistas y motociclistas

Dentro de las vialidades que conforman el trazo de la línea del proyecto de Trolebús Ixtapaluca, la Av. Cuauhtémoc y la Av. Canal de Santa Barbara, no se cuenta con infraestructura para el desplazamiento de los ciclistas y limita el derecho a una movilidad segura y sustentable, que les proporcione seguridad al hacer uso de la bicicleta, sin embargo se desea conocer la movilidad de este tipo de transporte, para obtener información veraz sobre la zona de estudio, se realizaron una serie de aforos de ciclistas en algunos de las intersecciones donde se realizaron los conteos direccionales para un día entre semana y uno en fin de semana.
Para llevar a cabo los conteos de ciclistas se consideraron la mayoría de los puntos donde se realizaron los aforos direccionales, considerando un punto estratégico en la intersección donde se pudieran ver adecuadamente los movimientos para medir la demanda de ciclistas, esto con el objetivo de contar con líneas bases.

Los conteos se realizaron mediante un proceso de observación directa y de forma manual en la zona de estudio del proyecto donde se ubica el corredor del trazo del proyecto de la nueva línea de Trolebús en el tramo vial de la Av. Cuauhtémoc y la Av. Canal de Santa Barbara. Este ejercicio se realizó en el mes de marzo del año en curso.

Los volúmenes de ciclistas que se registraron en la intersección próxima al corredor del trazo del proyecto, en el tramo vial en los sentidos de circulación de oriente a poniente y de poniente a oriente. Se registraron en la tabla siguiente manera de resumen los movimientos de ciclistas para los tres periodos de análisis dos días entre semana y un día en fin de semana. Los datos obtenidos nos dice que existe una importante afluencia de este tipo de vehículos desplazándose principalmente sobre la Av. Cuauhtémoc y la Av. Canal de Santa Barbara en la zona, los que se incluyen en los análisis posteriores, de la información obtenida se destaca que el mayor movimiento observado sobre las intersección se presenta sobre el acceso poniente y oriente en el sentido de poniente a oriente y de poniente a

oriente, mismos que han incluido dentro de los análisis de la operación vial de la zona de estudio. La información obtenida se representa en las siguientes tablas.

Para el primer día entre semana, la mayor movilidad de ciclistas se presenta en la intersección de la Av. Cuauhtémoc, con la calle Ignacio Zaragoza, observando en el periodo de la mañana de las 08:00 a 09:00, un volumen de ciclistas de 132, al medio día entre las 13:45 – 14:45 horas un volumen de 130 ciclistas y por la tarde fueron 133 entre las 17:00 – 18:00.

En el segundo día entre semana, la mayor movilidad de ciclistas se presenta en la intersección de la Av. Cuauhtémoc, con la calle Ignacio Zaragoza, observando en el periodo de la mañana de las 07:15 a 08:15, un volumen de ciclistas de 155, al medio día entre las 13:15 – 14:15 horas un volumen de 165 ciclistas y por la tarde fueron 173 entre las 17:00 – 18:00.

El fin de semana la mayor movilidad de ciclistas se presenta en la intersección de la Av. Cuauhtémoc, con la calle Ignacio Zaragoza, en el periodo de la mañana de las 07:30 - 08:30, se registra un volumen de ciclistas de 183, al medio día entre las 13:45 – 14:45 horas un volumen de 255 ciclistas y por la tarde fueron 148 entre las 17:00 – 18:00.

N°	INTERSECCIÓN	HORA DE MAXIMA DEMANDA		
		PERIODO	Hora	VOLUMEN
1	Carretera Federal México- Puebla y Av. Paseo de San Buenaventura	Mañana	07:00-08:00	31
		Mediodia	13:15 - 14:15	21
		Tarde	17:45 - 18:45	20
2	Av. Cuauhtémoc y TC México Puebla - San Vicente	Mañana	07:30 - 08:30	31
		Mediodia	13:15 - 14:15	16
		Tarde	18:00 - 19:00	29
3	Av. Cuauhtémoc y Francisco Villa	Mañana	08:00 - 09:00	68
		Mediodia	12:00 - 13:00	100
		Tarde	17:00 - 18:00	79
4	Av. Cuauhtémoc y calle Ignacio zaragoza	Mañana	08:00 - 09:00	132
		Mediodia	13:15 -14:15	130
		Tarde	17:00 - 18:00	133
5	Av. Cuauhtémoc y calle Hidalgo	Mañana	06:00 - 07:00	68
		Mediodia	13:30 - 14:30	53
		Tarde	17:00 - 18:00	48
6	Av. Cuauhtémoc y calle Benito Juarez	Mañana	07:45 - 08:45	86
		Mediodia	12:15 - 13:15	84
		Tarde	17:00 - 18:00	58
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes	Mañana	06:15 - 07:15	40
		Mediodia	12:45 - 13:45	35
		Tarde	17:45 - 18:45	52
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac	Mañana	07:15 - 08:15	34
		Mediodia	12:00 - 13:00	32
		Tarde	18:30 - 19:30	28
9	Av. Cuauhtémoc y Calle Encino	Mañana	06:15 - 07:15	66
		Mediodia	12:00 - 13:00	42
		Tarde	17:15 - 18:15	23
10	Av. Cuauhtémoc y Carr. federal México - Cuautla	Mañana	07:00- 08:00	19
		Mediodia	12:00 - 13:00	15
		Tarde	16:45 - 17:45	8
11	Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara	Mañana	07:00 - 08:00	70
		Mediodia	14:00 - 15:00	49
		Tarde	18:30 - 19:30	33

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los Aforos de Ciclistas.

Tabla 55. Volúmenes de ciclistas en el tramo de la Av. Cuauhtémoc, primer día entre semana.

N°	INTERSECCIÓN	HORA DE MAXIMA DEMANDA		
		PERIODO	Hora	VOLUMEN
1	Carretera Federal México- Puebla y Av. Paseo de San Buenaventura	Mañana	07:30 - 08:30	48
		Mediodia	12:45 - 13:45	31
		Tarde	17:45 - 18:45	49
2	Av. Cuauhtémoc y TC México Puebla - San Vicente	Mañana	08:00 - 09:00	68
		Mediodia	12:30 - 13:30	73
		Tarde	19:00 - 20:00	48
3	Av. Cuauhtémoc y Francisco Villa	Mañana	07:45 - 08:45	140
		Mediodia	13:00 - 14:00	158
		Tarde	17:15 - 18:15	124
4	Av. Cuauhtémoc y calle Ignacio zaragoza	Mañana	07:15 - 08:15	155
		Mediodia	13:15 -14:15	165
		Tarde	17:00 - 18:00	148
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac	Mañana	07:00 - 08:00	71
		Mediodia	14:00 - 15:00	49
		Tarde	17:45 - 18:45	90
9	Av. Cuauhtémoc y Calle Encino	Mañana	07:00 - 08:00	43
		Mediodia	13:00 - 14:00	45
		Tarde	17:15 - 18:15	55
11	Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara	Mañana	08:00 - 09:00	87
		Mediodia	13:45 - 14:45	122
		Tarde	19:00 - 20:00	89

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los Aforos de Ciclistas.

Tabla 56. Volúmenes de ciclistas en el tramo de la Av. Cuauhtémoc, segundo día entre semana.

N°	INTERSECCIÓN	HORA DE MAXIMA DEMANDA		
		PERIODO	Hora	VOLUMEN
1	Carretera Federal México- Puebla y Av. Paseo de San Buenaventura	Mañana	08:00 - 09:00	42
		Mediodia	13:45 - 14:45	32
		Tarde	17:15 - 18:15	26
2	Av. Cuauhtémoc y TC México Puebla - San Vicente	Mañana	07:30 - 08:30	54
		Mediodia	12:15 - 13:15	46
		Tarde	18:30 - 19:30	30
3	Av. Cuauhtémoc y Francisco Villa	Mañana	08:00 - 09:00	108
		Mediodia	12:45 - 13:45	140
		Tarde	17:00 - 18:00	74
4	Av. Cuauhtémoc y calle Ignacio zaragoza	Mañana	07:30 - 08:30	183
		Mediodia	13:45 -14:45	255
		Tarde	17:00 - 18:00	173
5	Av. Cuauhtémoc y calle Hidalgo	Mañana	07:15 - 08:15	46
		Mediodia	13:00 - 14:00	67
		Tarde	17:00 - 18:00	18
6	Av. Cuauhtémoc y calle Benito Juarez	Mañana	07:00 - 08:00	72
		Mediodia	12:30 - 13:30	92
		Tarde	17:00 - 18:00	45
7	Av. Cuauhtémoc y Vigilantes	Mañana	07:00 - 08:00	50
		Mediodia	13:00 - 14:00	78
		Tarde	18:30 - 19:30	33
8	Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac	Mañana	07:15 - 08:15	51
		Mediodia	14:00 - 15:00	52
		Tarde	17:15 - 18:15	32
9	Av. Cuauhtémoc y Calle Encino	Mañana	08:00 - 09:00	54
		Mediodia	14:00 - 15:00	77
		Tarde	18:00 - 19:00	58
11	Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara	Mañana	08:00 - 09:00	34
		Mediodia	13:30 - 14:30	57
		Tarde	17:15 - 18:15	40

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los Aforos de Ciclistas.

Tabla 57. Volúmenes de ciclistas en el tramo de la Av. Cuauhtémoc fin de semana.

Los volúmenes de ciclistas que se desplazan por las intersecciones varia de punto a punto, lo que nos lleva a suponer que solo algunos cuantos recorren tramos largos sobre la Av. Cuauhtémoc, pero una parte importante solo recorre tramos cortos de esta vialidad.

En la vialidad de la Av. Canal de Santa Barbara, para el primer día entre semana, la mayor movilidad de ciclistas se presenta en la intersección de la Av. Canal de Santa Barbara con la calle Ferrocarril, observando en el periodo de la mañana de las 08:00 a 09:00, un volumen de ciclistas de 106 ciclistas, al medio día entre las 13:15 – 14:15 horas un volumen de 175 ciclistas y por la tarde fueron 139 entre las 18:15 – 19:15.

El segundo día entre semana, la mayor movilidad de ciclistas se presenta en la intersección de la Av. Canal de Santa Barbara con la calle Ferrocarril, observando en el periodo de la mañana de las 07:30 a 08:30, un volumen de ciclistas de 138 ciclistas, al medio día entre las 13:00 – 14:00 horas un volumen de 195 ciclistas y por la tarde fueron 143 entre las 17:15 – 18:15.

El fin de semana la mayor movilidad de ciclistas se presenta en la misma intersección de la Av. Canal de Santa Barbara con la calle Ferrocarril, en el periodo de la mañana de las 07:45 - 08:45, se registra un volumen de ciclistas de 133, al medio día entre las 13:30 – 14:30 horas un volumen de 155 ciclistas y por la tarde fueron 134 entre las 17:45 – 18:45.

N°	INTERSECCIÓN	HORA DE MAXIMA DEMANDA		
		PERIODO	Hora	VOLUMEN
12	Canal de Santa Barbara y Ferrocarril	Mañana	08:00 - 09:00	106
		Mediodia	13:15 - 14:15	175
		Tarde	18:15-19:15	139
13	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua	Mañana	07:30 - 08:30	110
		Mediodia	13:00 - 14:00	154
		Tarde	18:45 - 19:45	119
14	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Cotera	Mañana	06:45 - 07:45	91
		Mediodia	12:15 - 13:15	110
		Tarde	18:30 - 19:30	97
15	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso	Mañana	07:45 - 08:45	66
		Mediodia	12:45 - 13:45	133
		Tarde	19:00 - 20:00	75
16	Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel	Mañana	06:30 - 07:30	84
		Mediodia	12:30 - 1330	66
		Tarde	19:00 - 20:00	65
17	Calle nte. 15 y av. División del norte (caseta vieja)	Mañana	08:00 - 09:00	55
		Mediodia	12:30 - 13:30	41
		Tarde	18:45 - 19:45	42

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los Aforos de Ciclistas.

Tabla 58. Volúmenes de ciclistas en el tramo de la Av. Canal de Santa Barbara primer día entre semana.

N°	INTERSECCIÓN	HORA DE MAXIMA DEMANDA		
		PERIODO	Hora	VOLUMEN
12	Canal de Santa Barbara y Ferrocarril	Mañana	07:30 - 08:30	138
		Mediodia	13:00 - 14:00	195
		Tarde	17:15-18:15	143
13	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua	Mañana	08:00 - 09:00	53
		Mediodia	12:30 - 13:30	66
		Tarde	18:00 - 19:00	51
14	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Cotera	Mañana	07:30 - 08:30	87
		Mediodia	12:45 - 13:45	110
		Tarde	17:15 - 18:15	113
15	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso	Mañana	07:30 - 08:30	89
		Mediodia	14:00 - 15:00	128
		Tarde	17:45 - 18:45	41
16	Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda de Valparaiso	Mañana	07:15 - 08:15	89
		Mediodia	12:00 - 13:00	119
		Tarde	19:00 - 20:00	28

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los Aforos de Ciclistas.

Tabla 59. Volúmenes de ciclistas en el tramo de la Av. Canal de Santa Barbara segundo día entre semana.

N°	INTERSECCIÓN	HORA DE MAXIMA DEMANDA		
		PERIODO	Hora	VOLUMEN
12	Canal de Santa Barbara y Ferrocarril	Mañana	07:45 - 08:45	133
		Mediodia	13:30 - 14:30	155
		Tarde	17:45 - 18:45	134
13	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda Ojo de Agua	Mañana	08:00 - 09:00	46
		Mediodia	13:00 - 14:00	74
		Tarde	17:30 - 18:30	67
14	Av. Hacienda Corralejo y Av. Hacienda Cotera	Mañana	08:00 - 09:00	59
		Mediodia	12:00 - 13:00	91
		Tarde	17:00 - 18:00	91
15	Canal de Santa Barbara y Av. Hacienda de Valparaiso	Mañana	08:00 - 09:00	64
		Mediodia	13:45 - 14:45	115
		Tarde	16:15 - 17:15	95
16	Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel	Mañana	08:00 - 09:00	48
		Mediodia	12:30 - 13:30	39
		Tarde	17:30 - 18:30	37

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los Aforos de Ciclistas.

Tabla 60. Volúmenes de ciclistas en el tramo de la Av. Canal de Santa Barbara fin de semana.



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de los Aforos de ciclistas.

Figura 60. Ciclistas desplazándose sobre el corredor vial Av. Cuauhtémoc – Av. Santa Barbara.

IV. MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA SITUACIÓN ACTUAL

Una vez terminado el balanceo de vehículos entre las intersecciones aforadas, se realizó el modelo de simulación mediante el software Synchro 11®, modelando cada uno de los cruces en red con las características geométricas de las intersecciones, respetando cantidad de carriles operativos y tiempos de ciclos y fases obtenidos en campo, con el fin de obtener la situación actual del modelo de simulación.

El modelo de simulación comienza desde la Autopista México-Puebla a la altura de Av. Canal de Santa Bárbara hasta San Buenaventura sobre la Carretera Federal México-Puebla. Primeramente, se muestran los resultados obtenidos del periodo de la mañana el cual tiene los siguientes horarios de máxima demanda (HMD). A lo largo de la Av. Cuauhtémoc, se consideró un HMD de 07:30 – 08:30 hrs, y sobre la Av. Canal de Santa Bárbara se consideró un HMD de 07:00 – 08:00 hrs.

Para el periodo de la tarde, se consideró un HMD de 18:00 – 19:00 hrs en las dos avenidas (Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Bárbara).

Para la elaboración del proyecto de revisión del estado actual de las intersecciones en las vialidades que siguen la ruta del Trolebús a Ixtapaluca, se definieron las siguientes intersecciones:

- La Intersección 1 ubicada en Carretera Federal México – Puebla y P. De San buenaventura.
- La intersección 2 ubicada en Av. Cuauhtémoc y TC México – Puebla – San Vicente.
- La intersección 3 ubicada en Av. Cuauhtémoc y Francisco Villa.
- La intersección 4 ubicada en Av. Cuauhtémoc y calle Ignacio Zaragoza.
- La intersección 5 ubicada en Av. Cuauhtémoc y calle Hidalgo.
- La intersección 6 ubicada en Av. Cuauhtémoc y Benito Juárez.
- La intersección 7 ubicada en Av. Cuauhtémoc y Vigilantes.
- La intersección 8 ubicada en Av. Cuauhtémoc y Blvd. Acozac.
- La intersección 9 ubicada en Av. Cuauhtémoc y Calle Encino.
- La intersección 10 ubicada en Av. Cuauhtémoc y Carretera Federal México – Cuautla.
- La intersección 11 ubicada en Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara.
- La intersección 12 ubicada en Av. Cuauhtémoc y Carretera Federal México – Cuautla.
- La intersección 13 ubicada en Canal de Santa Barbara y Hacienda Ojo de Agua.
- La intersección 14 ubicada en Canal de Santa Barbara y Hacienda Cotera.
- La intersección 15 ubicada en Canal de Santa Barbara y Hacienda Valparaíso.
- La intersección 16 ubicada en Canal de Santa Barbara y Hacienda el Vergel.

Los aforos vehiculares obtenidos en campo fueron revisados y clasificados para su mejor comprensión. Posteriormente, se balancearon los vehículos que entran y salen de cada intersección para después realizar la modelación correspondiente mediante el software Synchro®.

Revisión de información de los aforos vehiculares

Se simplificó la información de los aforos vehiculares con el objetivo de agilizar la consulta de los datos obtenidos en campo. De esta manera, se realizó la clasificación vehicular en los tipos A, B y C, requerida por el software Synchro®, así como el cálculo del Factor de Hora Pico correspondiente a la Hora de Máxima Demanda. Para ello, se utilizó información recopilada en horarios matutino y vespertino, considerando para la mañana dos periodos de máxima demanda: el periodo de 7:00 a 8:00 horas para las intersecciones de la 12 a la 16, y el periodo de 7:30 a 8:30 para las intersecciones de la 1 a la 11; mientras que para la tarde se consideró el periodo de 18:00 a 19:00 horas para todas las intersecciones.

Tipo de Clasificación para el Software	Clasificación en Base de Datos
A	Automóvil – Pickup [A]
B	Transporte Público [TP] Carga Ligera [B]
C	Camión Unitario [CU] T3-S2 y T3-S3 [CA1] T3-S2-R4 [CA2]

Tabla 61. Equivalencias en la clasificación vehicular.

Con base en los movimientos de los vehículos registrados en campo se obtuvieron los diagramas en los cuales se representan los flujos vehiculares.

Balanceo de intersecciones

Una vez obtenidos los aforos vehiculares de las 16 intersecciones, se realizó el balanceo de volúmenes entre estas. A partir de este proceso, se generó el documento denominado “Anexo A - Balanceo Vehicular”. Asimismo, se incluye el diagrama correspondiente previo al balanceo. En la Figura 61 se presenta un ejemplo ilustrativo de este procedimiento.

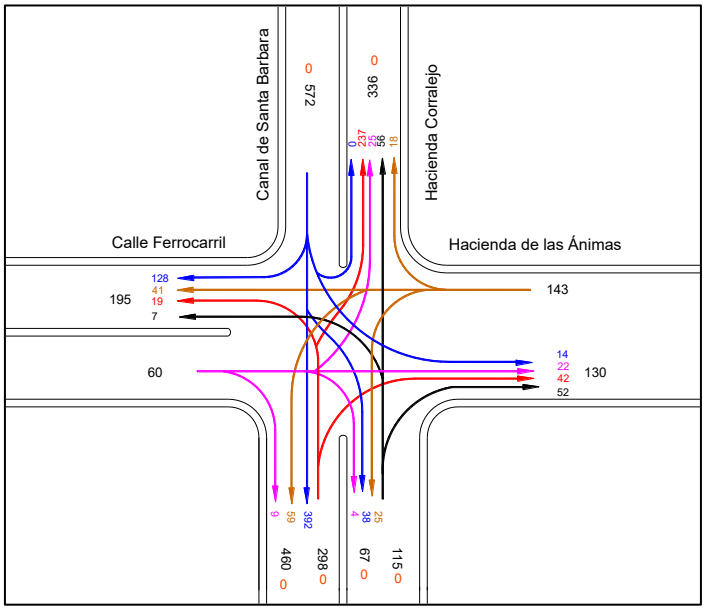


Figura 61. Balanceo vehicular de la intersección 12.

Del balanceo vehicular fueron obtenidas las tablas del “Anexo A - Aforos vehiculares con volúmenes balanceados”, que corresponden a los aforos de la Hora de Máxima Demanda con el volumen del flujo vehicular balanceado.

MOV	A	A%	B	B%	C	C%	TOTAL	FHP
A1	9	100.0	0	0.0	0	0.0	9	0.75
A2	15	100.0	0	0.0	0	0.0	15	0.75
A3	554	96.5	1	0.2	19	3.3	574	0.79
A4	93	97.9	0	0.0	2	2.1	95	0.82
A3'	41	97.6	0	0.0	1	2.4	42	0.81
B1	5	71.4	0	0.0	2	28.6	7	0.44
B3	74	91.4	0	0.0	7	8.6	81	0.55
B4	23	82.1	0	0.0	5	17.9	28	0.64
B3'	30	96.8	0	0.0	1	3.2	31	0.60
C1	123	94.6	0	0.0	7	5.4	130	0.77
C2	33	100.0	0	0.0	0	0.0	33	0.69
C4	5	100.0	0	0.0	0	0.0	5	0.63
C'1	315	96.6	0	0.0	11	3.4	326	0.79
C'2	26	100.0	0	0.0	0	0.0	26	0.38
C'4	10	100.0	0	0.0	0	0.0	10	0.50
D1	25	89.3	0	0.0	3	10.7	28	0.70
D2	12	100.0	0	0.0	0	0.0	12	0.43
D3	93	97.9	2	2.1	0	0.0	95	0.74
D3'	2	100.0	0	0.0	0	0.0	2	0.25

Figura 62. Aforo Vehicular balanceado de la intersección 12 en el horario matutino

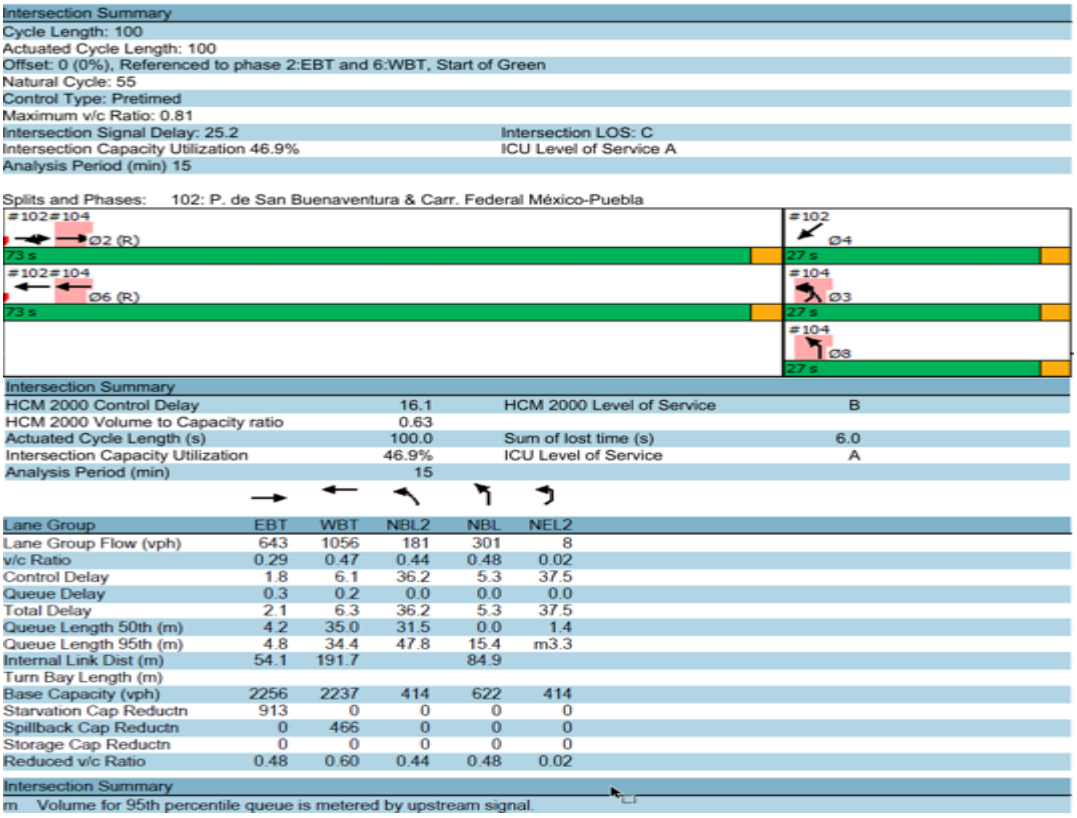
La Figura 62 es el Aforo vehicular balanceado de la intersección 12 en el horario matutino, se muestra como ejemplo de las tablas que se entregan en el Anexo A de las 16 intersecciones.

Modelo de situación actual para las 16 intersecciones

Una vez balanceadas las intersecciones, se continuó con la simulación mediante el software Synchro®, modelando cada una de éstas dentro de una misma red de acuerdo con las características físicas de cada intersección, los tiempos de semáforo obtenidos en campo y los aforos vehiculares balanceados.

Luego de realizar la modelación, fueron obtenidos los reportes generados dentro del software, los cuales se encuentran en el “Anexo D– Reportes de Synchro”.

En la Figura 63 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 1 en horario matutino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 16.1 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio B, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan hasta 75 m en la aproximación crítica.



Intersection Summary					
Cycle Length: 100					
Actuated Cycle Length: 100					
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green					
Natural Cycle: 55					
Control Type: Pretimed					
Maximum v/c Ratio: 0.81					
Intersection Signal Delay: 25.2			Intersection LOS: C		
Intersection Capacity Utilization 46.9%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min) 15					

Splits and Phases: 102: P. de San Buenaventura & Carr. Federal México-Puebla

Intersection Summary				
HCM 2000 Control Delay	16.1	HCM 2000 Level of Service	B	
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.63			
Actuated Cycle Length (s)	100.0	Sum of lost time (s)	6.0	
Intersection Capacity Utilization	46.9%	ICU Level of Service	A	
Analysis Period (min)	15			

Lane Group	EBT	WBT	NBL2	NBL	NEL2
Lane Group Flow (vph)	643	1056	181	301	8
v/c Ratio	0.29	0.47	0.44	0.48	0.02
Control Delay	1.8	6.1	36.2	5.3	37.5
Queue Delay	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0
Total Delay	2.1	6.3	36.2	5.3	37.5
Queue Length 50th (m)	4.2	35.0	31.5	0.0	1.4
Queue Length 95th (m)	4.8	34.4	47.8	15.4	m3.3
Internal Link Dist (m)	54.1	191.7		84.9	
Turn Bay Length (m)					
Base Capacity (vph)	2256	2237	414	622	414
Starvation Cap Reductn	913	0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	466	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.48	0.60	0.44	0.48	0.02

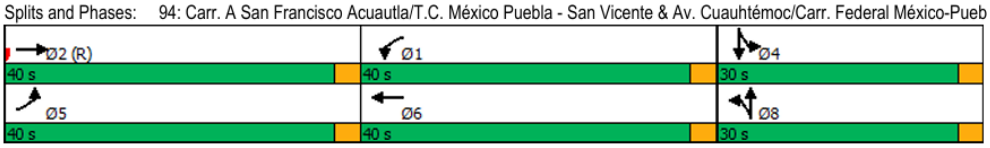
Intersection Summary
m Volume for 95th percentile queue is metered by upstream signal.

Figura 63. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 1 en horario matutino.

En la Figura 63 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 2 en horario matutino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 81.4 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio F, lo que indica condiciones de operación con congestión severa. Las longitudes de cola alcanzan más de 172 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 110			
Actuated Cycle Length: 110			
Offset: 16 (15%), Referenced to phase 2:EBT, Start of Green			
Natural Cycle: 70			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 1.15			
Intersection Signal Delay: 62.9		Intersection LOS: E	
Intersection Capacity Utilization 110.9%		ICU Level of Service H	
Analysis Period (min) 15			
dl Defacto Left Lane. Recode with 1 though lane as a left lane.			
! Phase conflict between lane groups.			

Splits and Phases: 94: Carr. A San Francisco Acuautla/T.C. México Puebla - San Vicente & Av. Cuauhtémoc/Carr. Federal México-Pueb



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	81.4	HCM 2000 Level of Service	F
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.93		
Actuated Cycle Length (s)	110.0	Sum of lost time (s)	9.0
Intersection Capacity Utilization	110.9%	ICU Level of Service	H
Analysis Period (min)	15		
dl Defacto Left Lane. Recode with 1 though lane as a left lane.			
! Phase conflict between lane groups.			
c Critical Lane Group			

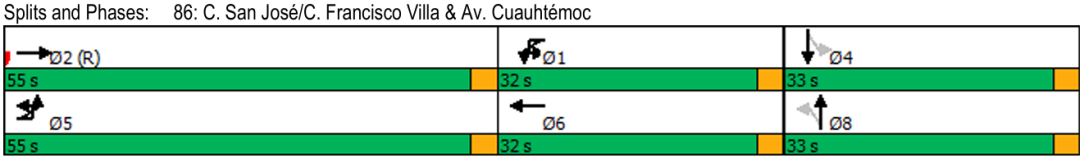
Lane Group	EBT	WBT	NBT	SBT
Lane Group Flow (vph)	1221	873	321	1256
v/c Ratio	1.08dl	0.83	0.89	1.15
Control Delay	38.3	40.9	64.5	101.6
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	38.3	40.9	64.5	101.6
Queue Length 50th (m)	91.2	93.0	66.3	~128.2
Queue Length 95th (m)	110.1	104.0	#105.5	#172.4
Internal Link Dist (m)	88.3	276.0	142.8	131.1
Turn Bay Length (m)				
Base Capacity (vph)	1505	1053	362	1094
Starvation Cap Reductn	0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.81	0.83	0.89	1.15

Figura 64. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 2 en horario matutino.

En la Figura 64 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 3 en horario matutino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 50.8 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio D, lo que indica condiciones de operación cerca a la saturación. Las longitudes de cola alcanzan más de 135 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 120			
Actuated Cycle Length: 120			
Offset: 102 (85%), Referenced to phase 2:EBT, Start of Green			
Natural Cycle: 75			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 1.04			
Intersection Signal Delay: 49.7		Intersection LOS: D	
Intersection Capacity Utilization 65.1%		ICU Level of Service C	
Analysis Period (min) 15			

Splits and Phases: 86: C. San José/C. Francisco Villa & Av. Cuauhtémoc



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	50.8	HCM 2000 Level of Service	D
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.75		
Actuated Cycle Length (s)	120.0	Sum of lost time (s)	9.0
Intersection Capacity Utilization	65.1%	ICU Level of Service	C
Analysis Period (min)	15		
c Critical Lane Group			

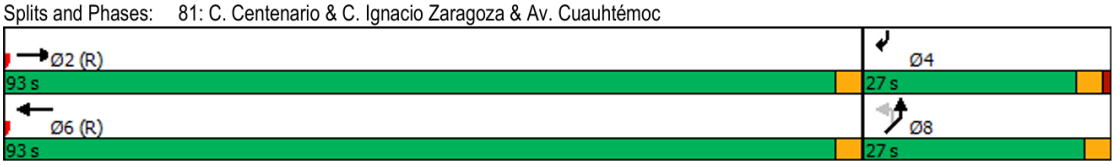
Lane Group	EBL	EBT	WBT	NBT	SBT
Lane Group Flow (vph)	427	989	1206	208	318
v/c Ratio	0.60	0.49	1.04	0.70	0.76
Control Delay	24.7	20.1	82.3	51.7	48.4
Queue Delay	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0
Total Delay	25.3	20.3	82.3	51.7	48.4
Queue Length 50th (m)	39.4	32.8	~118.8	43.6	63.4
Queue Length 95th (m)	49.3	43.1	#135.0	58.7	84.7
Internal Link Dist (m)		95.1	86.3	73.1	85.3
Turn Bay Length (m)	45.0				
Base Capacity (vph)	710	2011	1155	297	420
Starvation Cap Reductn	79	377	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.68	0.61	1.04	0.70	0.76

Figura 65. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 3 en horario matutino.

En la Figura 65 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 4 en horario matutino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 7 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio A, lo que indica condiciones de operación con flujo libre. Las longitudes de cola alcanzan hasta 59 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 120			
Actuated Cycle Length: 120			
Offset: 119 (99%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green			
Natural Cycle: 45			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 0.50			
Intersection Signal Delay: 6.5		Intersection LOS: A	
Intersection Capacity Utilization 38.9%		ICU Level of Service A	
Analysis Period (min) 15			

Splits and Phases: 81: C. Centenario & C. Ignacio Zaragoza & Av. Cuauhtémoc



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	7.0	HCM 2000 Level of Service	A
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.46		
Actuated Cycle Length (s)	120.0	Sum of lost time (s)	7.0
Intersection Capacity Utilization	38.9%	ICU Level of Service	A
Analysis Period (min)	15		

c Critical Lane Group

Lane Group	EBT	WBT	SBR2	NEL
Lane Group Flow (vph)	1575	1297	68	164
v/c Ratio	0.44	0.28	0.17	0.50
Control Delay	6.1	1.2	2.6	48.9
Queue Delay	0.5	0.0	0.0	0.0
Total Delay	6.6	1.2	2.6	48.9
Queue Length 50th (m)	46.2	0.0	0.0	36.5
Queue Length 95th (m)	46.6	0.0	2.5	59.3
Internal Link Dist (m)	134.5	166.2		121.8
Turn Bay Length (m)				
Base Capacity (vph)	3542	4589	391	326
Starvation Cap Reductn	1359	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.72	0.28	0.17	0.50

Intersection Summary

Figura 66. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 4 en horario matutino.

En la Figura 66 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 5 en horario matutino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 7.3 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio A, lo que indica condiciones de operación con flujo libre. Las longitudes de cola alcanzan hasta 55 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 125			
Actuated Cycle Length: 125			
Offset: 1 (1%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green			
Natural Cycle: 40			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 0.61			
Intersection Signal Delay: 6.3		Intersection LOS: A	
Intersection Capacity Utilization 38.7%		ICU Level of Service A	
Analysis Period (min) 15			

Splits and Phases: 112: C. Hidalgo & Av. Cuauhtémoc



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	7.3	HCM 2000 Level of Service	A
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.51		
Actuated Cycle Length (s)	125.0	Sum of lost time (s)	6.0
Intersection Capacity Utilization	38.7%	ICU Level of Service	A
Analysis Period (min)	15		

Lane Group	EBT	WBT	SBR
Lane Group Flow (vph)	1721	1403	249
v/c Ratio	0.50	0.31	0.61
Control Delay	2.4	5.9	35.6
Queue Delay	0.1	0.0	0.0
Total Delay	2.5	5.9	35.6
Queue Length 50th (m)	14.2	31.7	38.0
Queue Length 95th (m)	m12.9	36.5	55.4
Internal Link Dist (m)	77.8	134.5	
Turn Bay Length (m)			
Base Capacity (vph)	3436	4506	407
Starvation Cap Reductn	430	0	0
Spillback Cap Reductn	0	184	2
Storage Cap Reductn	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.57	0.32	0.61

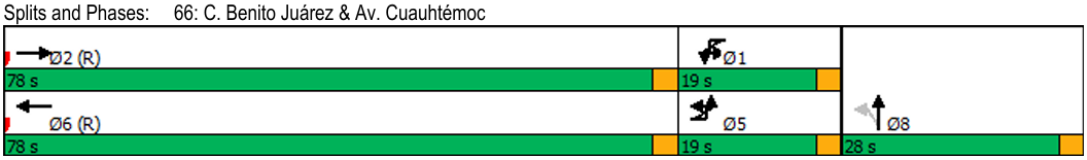
Intersection Summary
m Volume for 95th percentile queue is metered by upstream signal.

Figura 67. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 5 en horario matutino.

En la Figura 67 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 6 en horario matutino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 27.4 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio C, lo que indica condiciones de operación aceptable. Las longitudes de cola alcanzan más de 105 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 125			
Actuated Cycle Length: 125			
Offset: 1 (1%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green			
Natural Cycle: 65			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 1.14			
Intersection Signal Delay: 27.0		Intersection LOS: C	
Intersection Capacity Utilization 51.4%		ICU Level of Service A	
Analysis Period (min) 15			

Splits and Phases: 66: C. Benito Juárez & Av. Cuauhtémoc



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	27.4	HCM 2000 Level of Service	C
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.59		
Actuated Cycle Length (s)	125.0	Sum of lost time (s)	9.0
Intersection Capacity Utilization	51.4%	ICU Level of Service	A
Analysis Period (min)	15		
c Critical Lane Group			

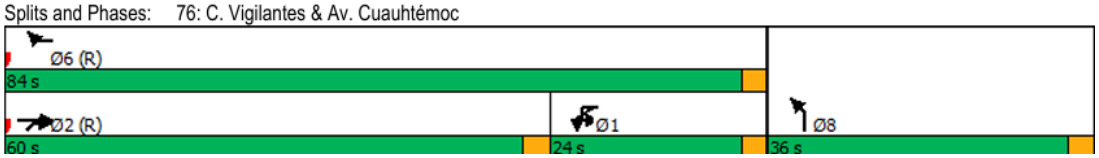
Lane Group	EBL	EBT	WBL	WBT	NBT
Lane Group Flow (vph)	148	1516	248	1441	129
v/c Ratio	0.69	0.54	1.14	0.50	0.38
Control Delay	69.1	15.5	151.6	11.6	44.7
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
Total Delay	69.1	15.5	151.6	11.8	44.7
Queue Length 50th (m)	37.1	79.4	~75.2	41.9	27.5
Queue Length 95th (m)	54.0	86.2	#105.7	48.1	43.6
Internal Link Dist (m)		124.3		77.8	111.6
Turn Bay Length (m)					
Base Capacity (vph)	216	2805	217	2898	338
Starvation Cap Reductn	0	0	0	643	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.69	0.54	1.14	0.64	0.38

Figura 68. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 6 en horario matutino.

En la Figura 68 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 7 en horario matutino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 37.2 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio D, lo que indica condiciones de operación con saturación severa. Las longitudes de cola alcanzan más de 163 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 120			
Actuated Cycle Length: 120			
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 6:WBR and 2:EBT, Start of Green			
Natural Cycle: 65			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 1.25			
Intersection Signal Delay: 34.9		Intersection LOS: C	
Intersection Capacity Utilization 65.6%		ICU Level of Service C	
Analysis Period (min) 15			
! Phase conflict between lane groups.			

Splits and Phases: 76: C. Vigilantes & Av. Cuauhtémoc



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	37.2	HCM 2000 Level of Service	D
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.71		
Actuated Cycle Length (s)	120.0	Sum of lost time (s)	9.0
Intersection Capacity Utilization	65.6%	ICU Level of Service	C
Analysis Period (min)	15		
! Phase conflict between lane groups.			
c Critical Lane Group			

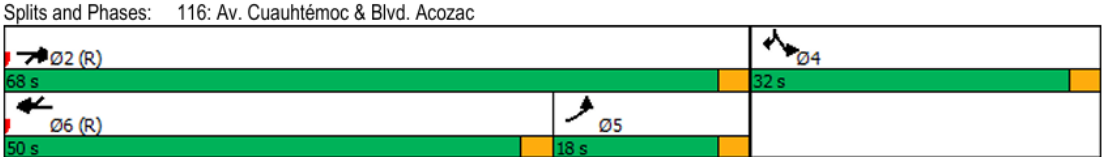
Lane Group	EBT	WBL2	WBR	NBL	NER
Lane Group Flow (vph)	823	369	1408	587	602
v/c Ratio	0.52	1.25	0.58	0.64	0.48
Control Delay	23.4	177.5	8.6	38.6	21.0
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	23.4	177.5	8.6	38.6	21.0
Queue Length 50th (m)	72.8	~113.7	55.2	60.5	51.3
Queue Length 95th (m)	91.4	#163.8	63.2	61.8	69.0
Internal Link Dist (m)	442.8			138.9	
Turn Bay Length (m)					
Base Capacity (vph)	1590	296	2436	911	1267
Starvation Cap Reductn	0	0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.52	1.25	0.58	0.64	0.48

Figura 69. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 7 en horario matutino.

En la Figura 69 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 8 en horario matutino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 68.5 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio E, lo que indica condiciones de operación con saturación. Las longitudes de cola alcanzan más de 201 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 100			
Actuated Cycle Length: 100			
Offset: 22 (22%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green			
Natural Cycle: 65			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 1.82			
Intersection Signal Delay: 65.3		Intersection LOS: E	
Intersection Capacity Utilization 80.3%		ICU Level of Service D	
Analysis Period (min) 15			
! Phase conflict between lane groups.			

Splits and Phases: 116: Av. Cuauhtémoc & Blvd. Acozac



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	68.5	HCM 2000 Level of Service	E
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.78		
Actuated Cycle Length (s)	100.0	Sum of lost time (s)	9.0
Intersection Capacity Utilization	80.3%	ICU Level of Service	D
Analysis Period (min)	15		
! Phase conflict between lane groups.			
c Critical Lane Group			

Lane Group	EBL2	EBT	WBT	SBL	SBR2	NER	SWR
Lane Group Flow (vph)	469	695	838	482	204	374	821
v/c Ratio	1.82	0.61	0.53	0.50	0.41	0.22	0.59
Control Delay	410.6	13.1	20.3	31.6	22.5	7.6	14.7
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	410.6	13.1	20.3	31.6	22.5	7.6	14.7
Queue Length 50th (m)	~145.0	74.5	61.4	41.9	22.5	16.0	45.2
Queue Length 95th (m)	#201.3	97.9	79.7	44.1	36.5	23.2	66.4
Internal Link Dist (m)		205.2	30.5	107.6			
Turn Bay Length (m)					4.0		
Base Capacity (vph)	258	1134	1574	970	492	1681	1384
Starvation Cap Reductn	0	0	0	0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	1.82	0.61	0.53	0.50	0.41	0.22	0.59

Figura 70. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 8 en horario matutino.

En la Figura 70 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 9 (en horario matutino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvieron valores de 43.2% y 28.8%, los cuales indican que la intersección opera por debajo de su capacidad. El error que se observa en la figura es

debido a que en esas vialidades no interactúan los vehículos por lo que no se marca ningún porcentaje.

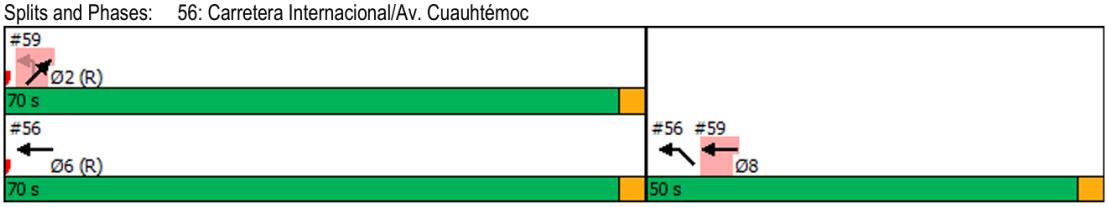


Figura 71. Resultado de la simulación en la intersección 9 en horario matutino.

En la Figura 71 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 10 en horario matutino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 12.6 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio B, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan hasta 61.9 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary	
Cycle Length: 120	
Actuated Cycle Length: 120	
Offset: 42 (35%), Referenced to phase 2:NETL and 6:, Start of Green	
Natural Cycle: 45	
Control Type: Pretimed	
Maximum v/c Ratio: 0.63	
Intersection Signal Delay: 12.5	Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 64.5%	ICU Level of Service C
Analysis Period (min) 15	

Splits and Phases: 56: Carretera Internacional/Av. Cuauhtémoc



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	12.6	HCM 2000 Level of Service	B
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.50		
Actuated Cycle Length (s)	120.0	Sum of lost time (s)	6.0
Intersection Capacity Utilization	64.5%	ICU Level of Service	C
Analysis Period (min)	15		
c Critical Lane Group			

Lane Group	WBT	NWL
Lane Group Flow (vph)	1476	1108
v/c Ratio	0.43	0.60
Control Delay	15.9	7.9
Queue Delay	0.0	0.0
Total Delay	15.9	7.9
Queue Length 50th (m)	59.0	12.8
Queue Length 95th (m)	61.9	13.2
Internal Link Dist (m)	79.0	21.6
Turn Bay Length (m)		
Base Capacity (vph)	3418	1832
Starvation Cap Reductn	0	15
Spillback Cap Reductn	0	0
Storage Cap Reductn	0	0
Reduced v/c Ratio	0.43	0.61

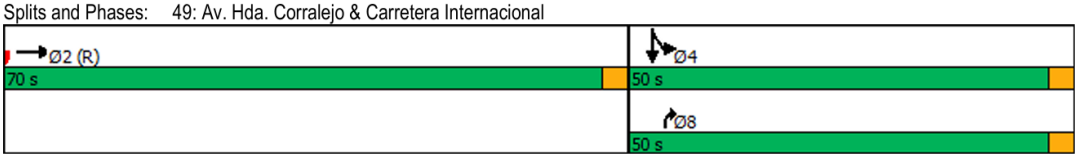
Intersection Summary

Figura 72. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 10 en horario matutino.

En la Figura 72 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 11 en horario matutino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 22.9 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio C, lo que indica condiciones de operación aceptables. Las longitudes de cola alcanzan hasta 93.4 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary		
Cycle Length: 120		
Actuated Cycle Length: 120		
Offset: 68 (57%), Referenced to phase 2:EBT and 6:, Start of Green		
Natural Cycle: 50		
Control Type: Pretimed		
Maximum v/c Ratio: 0.67		
Intersection Signal Delay: 23.0	Intersection LOS: C	
Intersection Capacity Utilization 66.9%	ICU Level of Service C	
Analysis Period (min) 15		
! Phase conflict between lane groups.		

Splits and Phases: 49: Av. Hda. Corralejo & Carretera Internacional



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	22.9	HCM 2000 Level of Service	C
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.66		
Actuated Cycle Length (s)	120.0	Sum of lost time (s)	6.0
Intersection Capacity Utilization	66.9%	ICU Level of Service	C
Analysis Period (min)	15		
! Phase conflict between lane groups.			
c Critical Lane Group			

Lane Group	EBT	NBR	SBT
Lane Group Flow (vph)	2223	666	912
v/c Ratio	0.67	0.65	0.49
Control Delay	19.8	32.9	23.6
Queue Delay	0.0	0.0	0.0
Total Delay	19.8	32.9	23.6
Queue Length 50th (m)	106.9	73.8	58.4
Queue Length 95th (m)	93.4	73.5	70.1
Internal Link Dist (m)	203.8		0.1
Turn Bay Length (m)			
Base Capacity (vph)	3336	1019	1843
Starvation Cap Reductn	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.67	0.65	0.49

Intersection Summary

Figura 73. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 11 en horario matutino.

En la Figura 73 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 12 (en horario matutino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvo un valor de 73.4% el cual indica que la intersección opera por debajo de su capacidad.



Figura 74. Resultado de la simulación en la intersección 12 en horario matutino.

En la Figura 74 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 13 (en horario matutino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvieron valores de 18.3%, 9.5%, 27%, 77% y 29%, los cuales indican que la intersección opera por debajo de su capacidad.



Figura 75. Resultado de la simulación en la intersección 3 en horario matutino.

En la Figura 75 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 14 (en horario matutino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvieron valores de 15%, 38%, 9% y 21%, los cuales indican que la intersección opera por debajo de su capacidad.



Figura 76. Resultado de la simulación en la intersección 14 en horario matutino.

En la Figura 76 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 15 (en horario matutino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvieron valores de 13.8%, 13.9%, 73.1% y XX%, los cuales indican que la intersección opera por debajo de su capacidad.

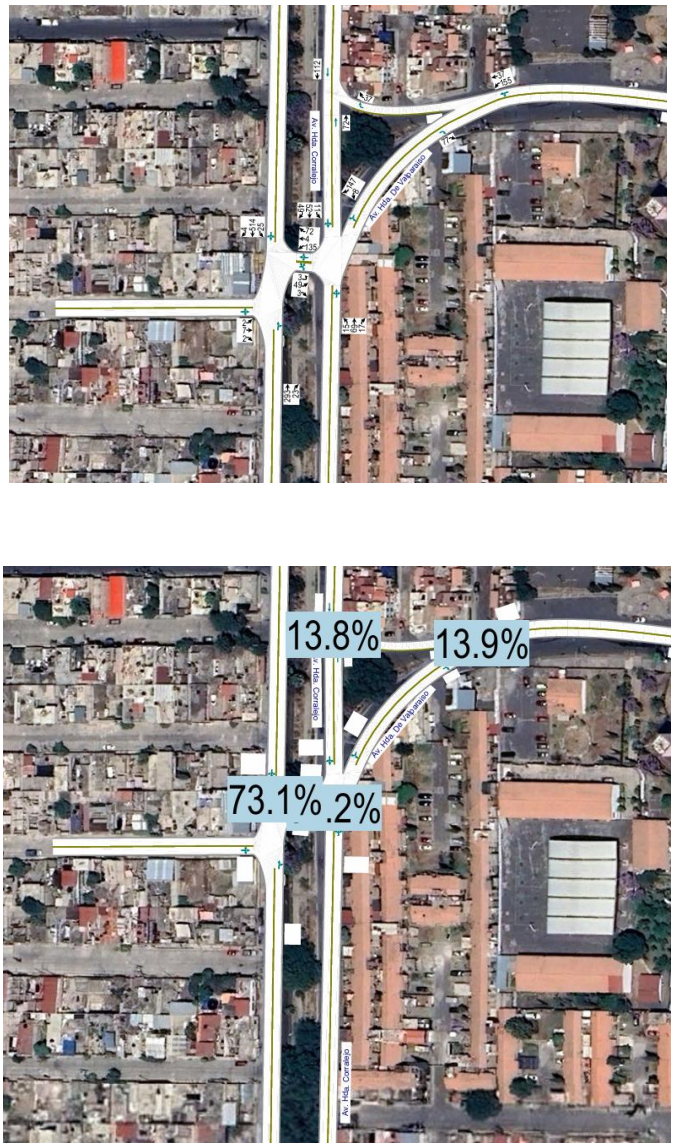


Figura 77. Resultado de la simulación en la intersección 15 en horario matutino.

En la Figura 77 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 16 (en horario matutino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvieron valores de 73.3%, 16%, 62.1%, 17% y 25.6%, los cuales indican que la intersección opera por debajo de su capacidad.

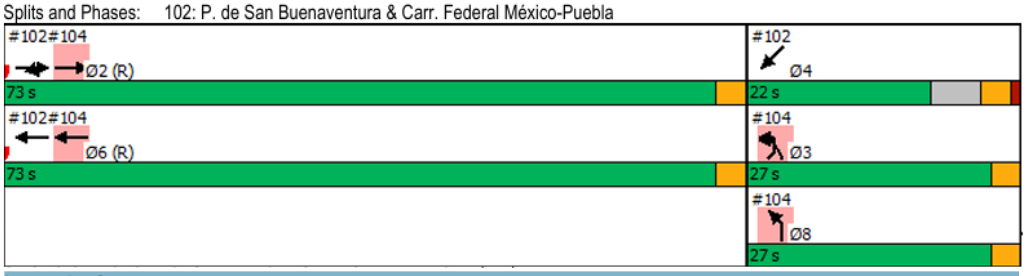


Figura 78. Resultado de la simulación en la intersección 16 en horario matutino.

En la Figura 78 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 1 en horario vespertino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 11.6 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio B, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan hasta 61.7 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary	
Cycle Length: 100	
Actuated Cycle Length: 100	
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green	
Natural Cycle: 45	
Control Type: Pretimed	
Maximum v/c Ratio: 0.48	
Intersection Signal Delay: 11.5	Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 37.2%	ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 15	

Splits and Phases: 102: P. de San Buenaventura & Carr. Federal México-Puebla



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	11.6	HCM 2000 Level of Service	B
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.41		
Actuated Cycle Length (s)	100.0	Sum of lost time (s)	7.0
Intersection Capacity Utilization	37.2%	ICU Level of Service	A
Analysis Period (min)	15		

c Critical Lane Group

Lane Group	EBT	EBR	WBT	SWT
Lane Group Flow (vph)	447	357	666	195
v/c Ratio	0.39	0.33	0.29	0.48
Control Delay	7.4	1.5	6.8	49.0
Queue Delay	0.0	0.0	0.4	5.3
Total Delay	7.4	1.5	7.2	54.3
Queue Length 50th (m)	34.6	0.6	24.2	41.9
Queue Length 95th (m)	52.0	0.0	27.1	61.7
Internal Link Dist (m)	102.4		54.1	19.9
Turn Bay Length (m)				
Base Capacity (vph)	1138	1095	2277	409
Starvation Cap Reductn	0	0	1036	154
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.39	0.33	0.54	0.76

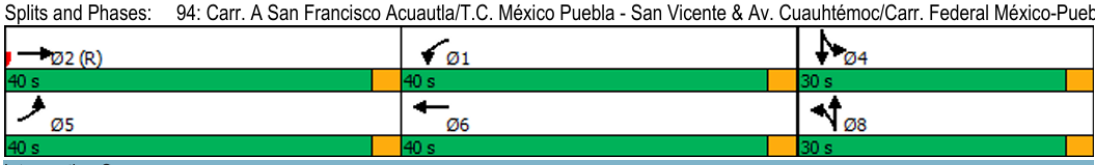
Intersection Summary

Figura 79. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 1 en horario vespertino.

En la Figura 79 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 2 en horario vespertino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 50.8 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio D, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan más de 197 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 110			
Actuated Cycle Length: 110			
Offset: 16 (15%), Referenced to phase 2:EBT, Start of Green			
Natural Cycle: 70			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 0.96			
Intersection Signal Delay: 46.1		Intersection LOS: D	
Intersection Capacity Utilization 94.4%		ICU Level of Service F	
Analysis Period (min) 15			
! Phase conflict between lane groups.			

Splits and Phases: 94: Carr. A San Francisco Acuautla/T.C. México Puebla - San Vicente & Av. Cuauhtémoc/Carr. Federal México-Pueb



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	50.8	HCM 2000 Level of Service	D
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.88		
Actuated Cycle Length (s)	110.0	Sum of lost time (s)	9.0
Intersection Capacity Utilization	94.4%	ICU Level of Service	F
Analysis Period (min)	15		
! Phase conflict between lane groups.			
c Critical Lane Group			

Lane Group	EBL	EBT	WBL	WBT	NBT	SBT
Lane Group Flow (vph)	408	849	93	536	313	925
v/c Ratio	0.80	0.81	0.17	0.96	0.84	0.91
Control Delay	47.1	40.4	26.8	66.1	59.2	36.8
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	47.1	40.4	26.8	66.1	59.2	36.8
Queue Length 50th (m)	91.5	95.1	15.4	121.6	65.3	66.3
Queue Length 95th (m)	#147.2	122.1	29.0	#197.4	#85.8	#94.1
Internal Link Dist (m)		88.3		276.0	142.8	131.1
Turn Bay Length (m)						
Base Capacity (vph)	507	1050	540	556	372	1019
Starvation Cap Reductn	0	0	0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.80	0.81	0.17	0.96	0.84	0.91

Figura 80. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 2 en horario vespertino.

En la Figura 80 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 3 en horario vespertino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 54 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio D, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan más de 118 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 120			
Actuated Cycle Length: 120			
Offset: 102 (85%), Referenced to phase 2:EBT, Start of Green			
Natural Cycle: 70			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 1.31			
Intersection Signal Delay: 52.5		Intersection LOS: D	
Intersection Capacity Utilization 69.3%		ICU Level of Service C	
Analysis Period (min) 15			

Splits and Phases: 86: C. San José/C. Francisco Villa & Av. Cuauhtémoc

Ø2 (R)	Ø1	Ø4
55 s	32 s	33 s
Ø5	Ø6	Ø8
55 s	32 s	33 s

Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	54.0	HCM 2000 Level of Service	D
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.83		
Actuated Cycle Length (s)	120.0	Sum of lost time (s)	9.0
Intersection Capacity Utilization	69.3%	ICU Level of Service	C
Analysis Period (min)	15		
c Critical Lane Group			

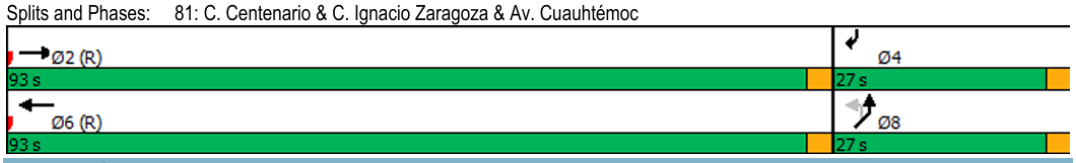
Lane Group	EBL	EBT	WBT	NBT	SBT
Lane Group Flow (vph)	413	1225	874	237	444
v/c Ratio	0.58	0.59	0.76	1.31	1.03
Control Delay	23.4	20.7	46.4	209.6	94.0
Queue Delay	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0
Total Delay	24.1	20.9	46.4	209.6	94.0
Queue Length 50th (m)	37.5	40.3	73.7	~75.0	~112.0
Queue Length 95th (m)	47.8	50.0	90.2	#118.5	48.7
Internal Link Dist (m)		95.1	86.3	73.1	85.3
Turn Bay Length (m)	45.0				
Base Capacity (vph)	715	2073	1149	181	429
Starvation Cap Reductn	89	263	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.66	0.68	0.76	1.31	1.03

Figura 81. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 3 en horario vespertino.

En la Figura 81 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 4 en horario vespertino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 7.5 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio A, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan hasta 66.1 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 120			
Actuated Cycle Length: 120			
Offset: 119 (99%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green			
Natural Cycle: 45			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 0.56			
Intersection Signal Delay: 7.1		Intersection LOS: A	
Intersection Capacity Utilization 40.2%		ICU Level of Service A	
Analysis Period (min) 15			

Splits and Phases: 81: C. Centenario & C. Ignacio Zaragoza & Av. Cuauhtémoc



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	7.5	HCM 2000 Level of Service	A
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.47		
Actuated Cycle Length (s)	120.0	Sum of lost time (s)	6.0
Intersection Capacity Utilization	40.2%	ICU Level of Service	A
Analysis Period (min)	15		

c Critical Lane Group

Lane Group	EBT	WBT	SBR2	NEL
Lane Group Flow (vph)	1601	1177	60	184
v/c Ratio	0.44	0.26	0.14	0.56
Control Delay	6.0	1.3	0.7	50.8
Queue Delay	0.5	0.0	0.0	0.0
Total Delay	6.6	1.3	0.7	50.8
Queue Length 50th (m)	46.8	0.0	0.0	41.5
Queue Length 95th (m)	48.9	0.1	0.0	66.1
Internal Link Dist (m)	134.5	166.2		121.8
Turn Bay Length (m)				
Base Capacity (vph)	3631	4570	431	328
Starvation Cap Reductn	1424	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.73	0.26	0.14	0.56

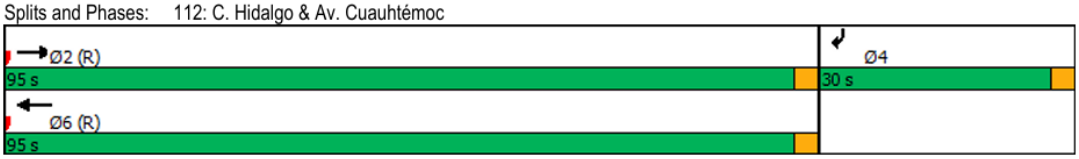
Intersection Summary

Figura 82. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 4 en horario vespertino.

En la Figura 82 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 5 en horario vespertino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 7.5 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio A, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan hasta 66.1 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 125			
Actuated Cycle Length: 125			
Offset: 1 (1%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green			
Natural Cycle: 40			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 0.52			
Intersection Signal Delay: 5.9		Intersection LOS: A	
Intersection Capacity Utilization 34.4%		ICU Level of Service A	
Analysis Period (min) 15			

Splits and Phases: 112: C. Hidalgo & Av. Cuauhtémoc



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	7.1	HCM 2000 Level of Service	A
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.44		
Actuated Cycle Length (s)	125.0	Sum of lost time (s)	6.0
Intersection Capacity Utilization	34.4%	ICU Level of Service	A
Analysis Period (min)	15		
c Critical Lane Group			

Lane Group	EBT	WBT	SBR
Lane Group Flow (vph)	1621	1306	220
v/c Ratio	0.46	0.29	0.52
Control Delay	3.0	5.7	27.4
Queue Delay	0.1	0.0	0.0
Total Delay	3.1	5.7	27.4
Queue Length 50th (m)	17.6	28.9	26.0
Queue Length 95th (m)	m16.8	33.1	42.4
Internal Link Dist (m)	77.8	134.5	
Turn Bay Length (m)			
Base Capacity (vph)	3561	4506	420
Starvation Cap Reductn	573	0	0
Spillback Cap Reductn	0	57	0
Storage Cap Reductn	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.54	0.29	0.52

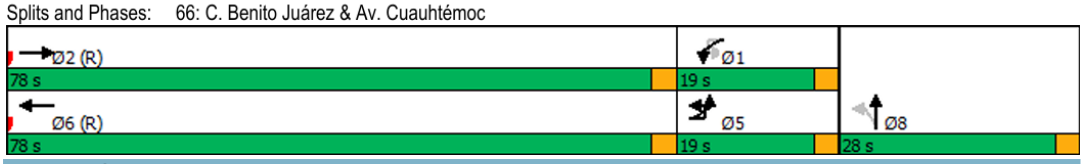
Intersection Summary
m Volume for 95th percentile queue is metered by upstream signal.

Figura 83. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 5 en horario vespertino.

En la Figura 83 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 6 en horario vespertino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 132.9 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio F, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan más de 162 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 125			
Actuated Cycle Length: 125			
Offset: 1 (1%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green			
Natural Cycle: 55			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 4.21			
Intersection Signal Delay: 129.9		Intersection LOS: F	
Intersection Capacity Utilization 53.2%		ICU Level of Service A	
Analysis Period (min) 15			

Splits and Phases: 66: C. Benito Juárez & Av. Cuauhtémoc



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	132.9	HCM 2000 Level of Service	F
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.98		
Actuated Cycle Length (s)	125.0	Sum of lost time (s)	9.0
Intersection Capacity Utilization	53.2%	ICU Level of Service	A
Analysis Period (min)	15		
c Critical Lane Group			

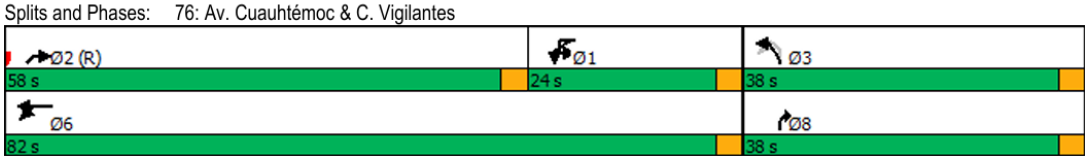
Lane Group	EBL	EBT	WBL	WBT	NBT
Lane Group Flow (vph)	209	1388	244	1295	152
v/c Ratio	0.95	0.48	4.21	0.45	0.43
Control Delay	103.3	14.5	1495.2	10.5	43.6
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
Total Delay	103.3	14.5	1495.2	10.7	43.6
Queue Length 50th (m)	54.5	68.9	~117.5	35.0	31.2
Queue Length 95th (m)	#73.0	80.4	#162.0	40.9	51.7
Internal Link Dist (m)		124.3		77.8	111.6
Turn Bay Length (m)					
Base Capacity (vph)	220	2895	58	2891	354
Starvation Cap Reductn	0	0	0	755	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.95	0.48	4.21	0.61	0.43

Figura 84. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 6 en horario vespertino.

En la Figura 84 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 7 en horario vespertino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 68 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio E, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan más de 324 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 120			
Actuated Cycle Length: 120			
Offset: 11 (9%), Referenced to phase 2:NER, Start of Green			
Natural Cycle: 55			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 2.10			
Intersection Signal Delay: 105.4		Intersection LOS: F	
Intersection Capacity Utilization 57.0%		ICU Level of Service B	
Analysis Period (min) 15			

Splits and Phases: 76: Av. Cuauhtémoc & C. Vigilantes



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	68.0	HCM 2000 Level of Service	E
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	1.27		
Actuated Cycle Length (s)	120.0	Sum of lost time (s)	9.0
Intersection Capacity Utilization	57.0%	ICU Level of Service	B
Analysis Period (min)	15		
c Critical Lane Group			

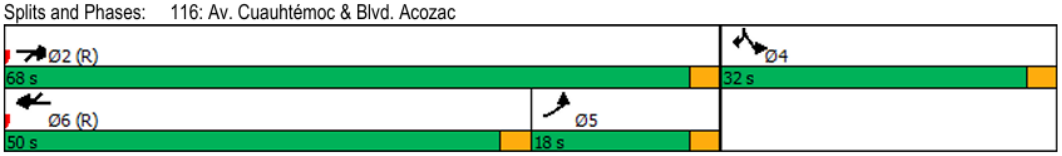
Lane Group	WBL	WBT	NBL	NBR	NER
Lane Group Flow (vph)	534	887	316	290	1265
v/c Ratio	2.10	0.30	0.63	0.52	0.71
Control Delay	535.4	9.1	40.3	16.3	28.1
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	535.4	9.1	40.3	16.3	28.1
Queue Length 50th (m)	~244.0	33.3	62.4	20.9	93.9
Queue Length 95th (m)	#324.4	40.8	93.4	15.8	97.9
Internal Link Dist (m)		28.6	155.9		
Turn Bay Length (m)					
Base Capacity (vph)	254	2951	498	558	1789
Starvation Cap Reductn	0	0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	2.10	0.30	0.63	0.52	0.71

Figura 85. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 7 en horario vespertino.

En la Figura 85 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 8 en horario vespertino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 32.6 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio C, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan más de 106 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 100			
Actuated Cycle Length: 100			
Offset: 22 (22%), Referenced to phase 2:EBT and 6:WBT, Start of Green			
Natural Cycle: 65			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 1.20			
Intersection Signal Delay: 30.7		Intersection LOS: C	
Intersection Capacity Utilization 62.7%		ICU Level of Service B	
Analysis Period (min) 15			
! Phase conflict between lane groups.			

Splits and Phases: 116: Av. Cuauhtémoc & Blvd. Acozac



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	32.6	HCM 2000 Level of Service	C
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.61		
Actuated Cycle Length (s)	100.0	Sum of lost time (s)	9.0
Intersection Capacity Utilization	62.7%	ICU Level of Service	B
Analysis Period (min)	15		
! Phase conflict between lane groups.			
c Critical Lane Group			

Lane Group	EBL2	EBT	WBT	SBL	SBR2	NER	SWR
Lane Group Flow (vph)	296	527	901	352	165	244	646
v/c Ratio	1.20	0.46	0.56	0.38	0.33	0.13	0.48
Control Delay	161.9	10.4	20.8	29.8	18.2	0.1	16.1
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	161.9	10.4	20.8	29.8	18.2	0.1	16.1
Queue Length 50th (m)	~73.8	48.7	67.2	29.4	14.8	0.0	40.3
Queue Length 95th (m)	#106.6	71.6	70.7	39.6	26.5	0.0	57.3
Internal Link Dist (m)		205.2	497.4	97.0			
Turn Bay Length (m)					4.0		
Base Capacity (vph)	246	1134	1605	924	496	1885	1336
Starvation Cap Reductn	0	0	0	0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	1.20	0.46	0.56	0.38	0.33	0.13	0.48

Figura 86. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 8 en horario vespertino.

En la Figura 86 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 9 (en horario vespertino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvieron valores de 33.8% y 41.4%, los cuales indican que la intersección opera por debajo de su capacidad. El error que se observa en la figura es debido a que en esas vialidades no interactúan los vehículos por lo que no se marca ningún porcentaje.



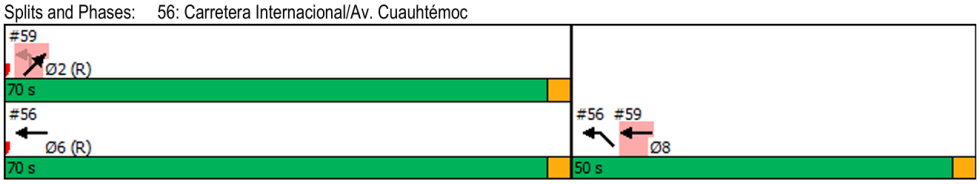


Figura 87. Resultado de la simulación en la intersección 9 en horario vespertino.

En la Figura 87 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 10 en horario vespertino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 11.4 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio B, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan hasta 50.6 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 120			
Actuated Cycle Length: 120			
Offset: 42 (35%), Referenced to phase 2:NETL and 6:, Start of Green			
Natural Cycle: 45			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 0.62			
Intersection Signal Delay: 11.0		Intersection LOS: B	
Intersection Capacity Utilization 59.7%		ICU Level of Service B	
Analysis Period (min) 15			

Splits and Phases: 56: Carretera Internacional/Av. Cuauhtémoc



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	11.4	HCM 2000 Level of Service	B
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.44		
Actuated Cycle Length (s)	120.0	Sum of lost time (s)	6.0
Intersection Capacity Utilization	59.7%	ICU Level of Service	B
Analysis Period (min)	15		
c Critical Lane Group			

Lane Group	WBT	NWL
Lane Group Flow (vph)	1151	1201
v/c Ratio	0.34	0.62
Control Delay	14.8	7.2
Queue Delay	0.0	0.2
Total Delay	14.8	7.4
Queue Length 50th (m)	43.0	11.3
Queue Length 95th (m)	50.6	11.4
Internal Link Dist (m)	79.0	21.6
Turn Bay Length (m)		
Base Capacity (vph)	3418	1934
Starvation Cap Reductn	0	157
Spillback Cap Reductn	0	0
Storage Cap Reductn	0	0
Reduced v/c Ratio	0.34	0.68

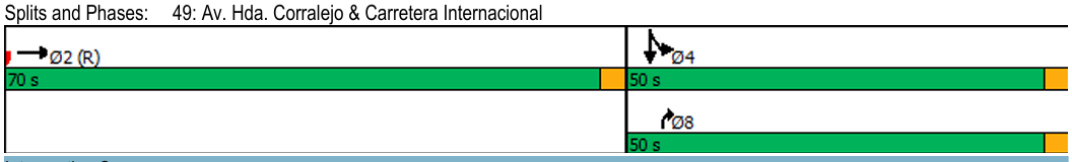
Intersection Summary

Figura 88. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 10 en horario vespertino.

En la Figura 88 se muestra el resultado del reporte de la situación actual de la intersección 11 en horario vespertino de máxima demanda. La intersección presenta un retraso promedio de 21.4 s/veh, correspondiente a un nivel de servicio C, lo que indica condiciones de operación estables. Las longitudes de cola alcanzan hasta 75.8 m en la aproximación crítica.

Intersection Summary			
Cycle Length: 120			
Actuated Cycle Length: 120			
Offset: 68 (57%), Referenced to phase 2:EBT and 6:, Start of Green			
Natural Cycle: 45			
Control Type: Pretimed			
Maximum v/c Ratio: 0.64			
Intersection Signal Delay: 21.0		Intersection LOS: C	
Intersection Capacity Utilization 54.3%		ICU Level of Service A	
Analysis Period (min) 15			
! Phase conflict between lane groups.			

Splits and Phases: 49: Av. Hda. Corralejo & Carretera Internacional



Intersection Summary			
HCM 2000 Control Delay	21.4	HCM 2000 Level of Service	C
HCM 2000 Volume to Capacity ratio	0.54		
Actuated Cycle Length (s)	120.0	Sum of lost time (s)	6.0
Intersection Capacity Utilization	54.3%	ICU Level of Service	A
Analysis Period (min)	15		
! Phase conflict between lane groups.			
c Critical Lane Group			

Lane Group	EBT	NBR	SBT
Lane Group Flow (vph)	1608	663	891
v/c Ratio	0.48	0.64	0.48
Control Delay	16.4	30.6	22.1
Queue Delay	0.0	0.0	0.0
Total Delay	16.4	30.6	22.1
Queue Length 50th (m)	66.1	69.5	56.7
Queue Length 95th (m)	75.8	39.3	67.5
Internal Link Dist (m)	203.8		0.1
Turn Bay Length (m)			
Base Capacity (vph)	3328	1042	1867
Starvation Cap Reductn	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.48	0.64	0.48

Intersection Summary

Figura 89. Resumen del resultado de la simulación en la intersección 11 en horario vespertino.

En la Figura 89 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 12 (en horario vespertino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvo un valor de 55.9% el cual indica que la intersección opera por debajo de su capacidad.



Figura 90. Resultado de la simulación en la intersección 12 en horario vespertino.

En la Figura 90 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 13 (en horario vespertino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvieron valores de 15%, 8%, 67%. 24% y 36 %, los cuales indican que la intersección opera por debajo de su capacidad.



Figura 91. Resultado de la simulación en la intersección 13 en horario vespertino.

En la Figura 91 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 14 (en horario vespertino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvieron valores de 14%, 27%, 6%, 17% y 20%, los cuales indican que la intersección opera por debajo de su capacidad.

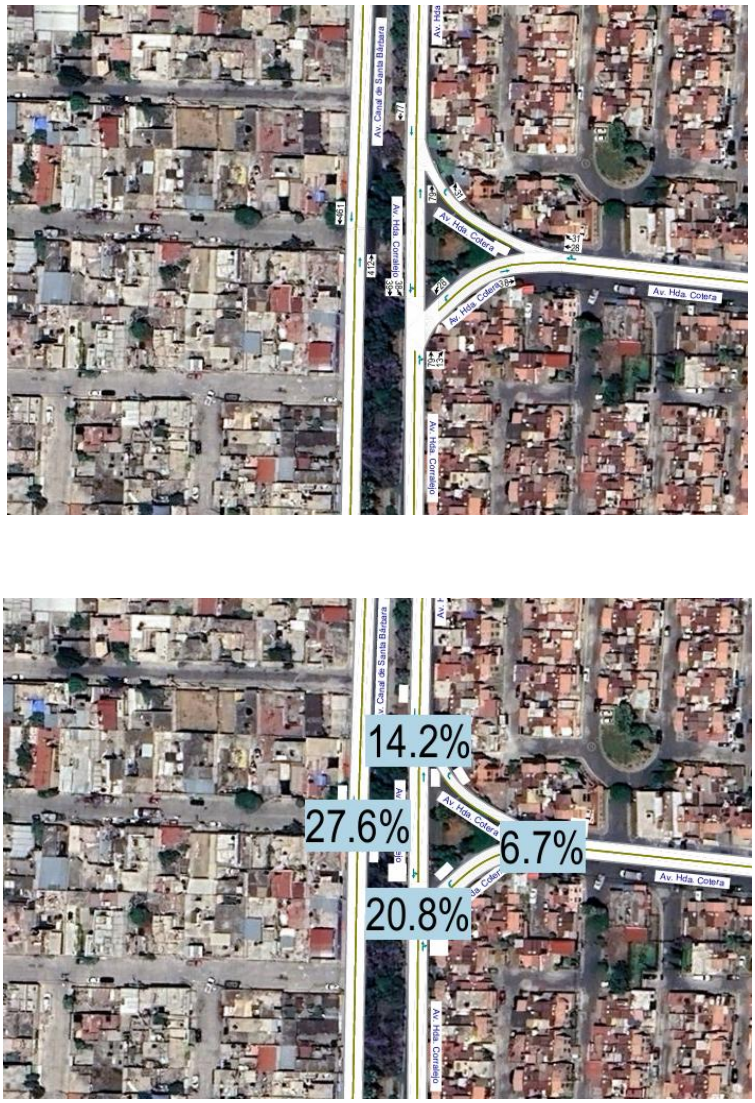


Figura 92. Resultado de la simulación en la intersección 14 en horario vespertino.

En la Figura 92 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 15 (en horario vespertino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvieron valores de 73.3%, 16%, 62.1%, 17% y 25.6%, los cuales indican que la intersección opera por debajo de su capacidad.

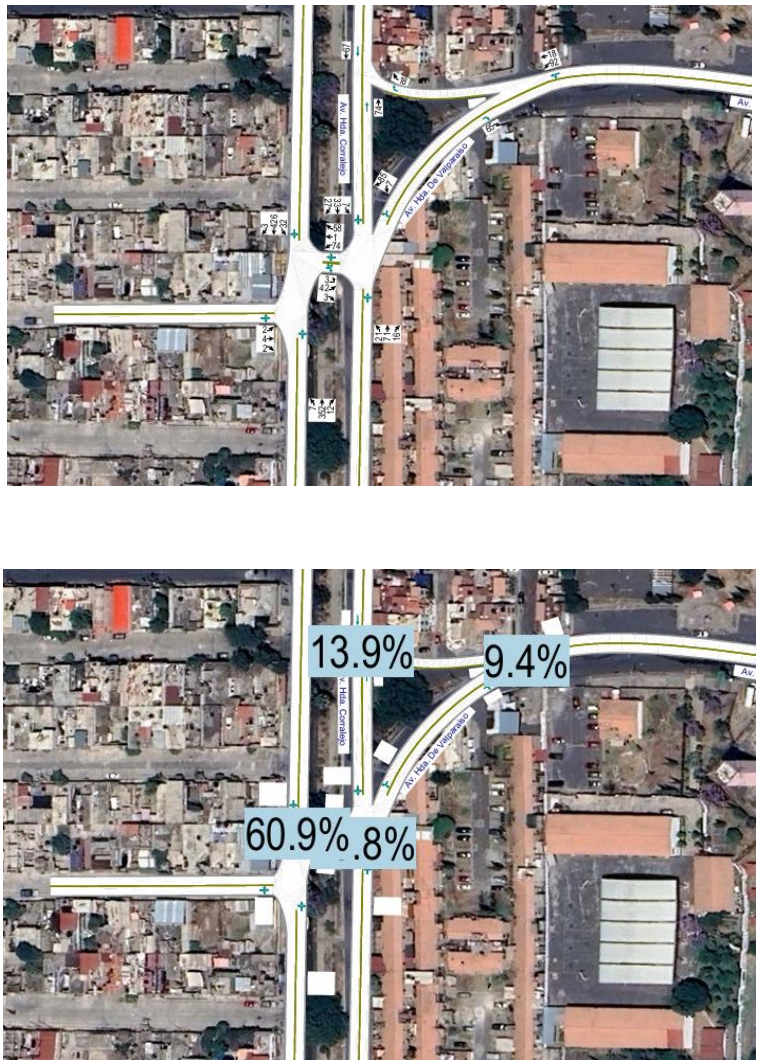


Figura 93. Resultado de la simulación en la intersección 15 en horario vespertino.

En la Figura 93 se muestran imágenes correspondientes a la intersección 16 (en horario vespertino de máxima demanda), donde se observa que el flujo vehicular se encuentra distribuido de manera balanceada. Al ser una intersección en la que en la situación actual no cuenta con semáforos Synchro no genera indicadores como retraso promedio ni nivel de servicio semaforizado, se presenta en su lugar el porcentaje de saturación de la intersección. En este caso, se obtuvieron valores de 59%, 22%, 48%, 22% y 20%, los cuales indican que la intersección opera por debajo de su capacidad.



Figura 94. Resultado de la simulación en la intersección 16 en horario vespertino.

En la Tabla 63, Tabla 63 y Tabla 64 se presentan los indicadores de demoras obtenidos de los modelos en Synchro de la situación actual, proyección a 5 años y proyección a 10 años, respectivamente.

INTERSECCIÓN	PERIODO	NODO SYNCHRO	DEMORA HCM 2000	NIVEL DE SERVICIO HCM 2000	ICU	NIVEL DE SERVICIO ICU	VOLUMEN VEHICULAR	V/C	CICLO (s)
1.CARR. FEDERAL MEX-PUEBLA-AV. SAN BUENAVENTURA	AM	102	16.1	B	-	-	1674	0.63	100
		104	11.5	B	-	-	1674	0.45	
	PM	102	11.5	B	-	-	1457	0.41	
		104	10.8	B	-	-	1296	0.31	
2.AV. CUAUHTÉMOC-TC MÉXICO PUEBLA - SAN VICENTE	AM	94	81.4	F	-	-	3155	0.93	110
	PM	94	50.8	D	-	-	2809	0.88	
3.AV. CUAUHTÉMOC-FRANCISCO VILLA	AM	86	50.8	D	-	-	2690	0.75	120
	PM	86	39.7	D	-	-	2643	0.75	
3.1.AV. CUAUHTEMOC-PLAZA PILARES	AM	119	10.5	B	-	-	2490	0.32	120
	PM	119	8.3	A	-	-	2435	0.37	
4.AV. CUAUHTEMOC-CALLE IGNACIO ZARAGOZA	AM	81	7	A	-	-	2699	0.46	120
	PM	81	7.5	A	-	-	2587	0.47	
5.AV. CUAUHTEMOC-CALLE HIDALGO	AM	112	7.3	A	-	-	2928	0.51	125
	PM	112	7.1	A	-	-	2722	0.44	
6.AV. CUAUHTEMOC-CALLE BENITO JUAREZ	AM	66	27.4	C	-	-	3041	0.59	125
	PM	66	29.8	C	-	-	2911	0.55	
7.AV. CUAUHTEMOC-VIGILANTES	AM	75	37.2	D	-	-	3245	0.71	120
	PM	75	22.4	C	-	-	2725	0.64	
8.AV. CUAUHTEMOC-BLVD ACOZAC	AM	116	68.5	E	-	-	3376	0.78	100
	PM	116	32.6	C	-	-	2685	0.61	
9.AV. CUAUHTÉMOC-ENCINOS_ICU	AM	68	-	-	28.80%	A	718	-	-
		70	-	-	43.20%	A	2751	-	
	PM	68			33.80%	A	731	-	
		70			41.40%	A	2336	-	
10.AV. CUAUHTEMOC-CARR. FEDERAL MEXICO-CUAUTLA	AM	56	12.6	B	-	-	2126	0.5	120
		59	19.9	B	-	-	2252	0.59	
	PM	56	11.4	B	-	-	1985	0.44	
		59	19.1	B	-	-	2097	0.52	
11.AV. CUAUHTEMOC-AV. CANAL DE SANTA BARBARA	AM	49	22.9	C	-	-	2961	0.66	120
	PM	49	21.4	C	-	-	2388	0.54	
12.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. ÁNIMAS-FERROCARRIL_ICU	AM	53	-	-	73.10%	D	1549	-	-
	PM	53	-	-	55.90%	B	1188	-	
13.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. OJO DE AGUA_ICU	AM	27	-	-	77.40%	D	1156	-	-
		39	-	-	29.60%	A	321	-	
		43	-	-	18.30%	A	285	-	
		44	-	-	27.70%	A	369	-	
	PM	27	-	-	67.70%	C	967	-	-
		39	-	-	23.60%	A	249	-	
		43	-	-	15.30%	A	225	-	
		44	-	-	24.20%	A	300	-	
14.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. COTERA_ICU	AM	31	-	-	21.40%	A	245	-	-
		33	-	-	15.50%	A	246	-	
		36	-	-	38.30%	A	910	-	
	PM	31	-	-	20.80%	A	197	-	-
		33	-	-	14.20%	A	187	-	
		36	-	-	27.60%	A	873	-	
15.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. DE VALPARAÍSO_ICU	AM	15	-	-	31.20%	A	422	-	-
		21	-	-	73.10%	D	1081	-	
		25	-	-	13.80%	A	221	-	
	PM	15	-	-	28.80%	A	315	-	-
		21	-	-	60.90%	B	973	-	
		25	-	-	13.90%	A	159	-	
16.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. EL VERGEL_ICU	AM	16	-	-	47.30%	A	601	-	-
		22	-	-	73.30%	D	1201	-	
	PM	16	-	-	33.50%	A	505	-	
		22	-	-	59.10%	B	1007	-	

Tabla 62. Tabla de demoras y nivel de servicio de las intersecciones que componen el ramal estudiado. Situación actual.

INTERSECCIÓN	PERIODO	NODO SYNCHRO	DEMORA HCM 2000	NIVEL DE SERVICIO HCM 2000	ICU	NIVEL DE SERVICIO ICU	VOLUMEN VEHICULAR	V/C	CICLO (s)
1.CARR. FEDERAL MEX-PUEBLA-AV. SAN BUENAVENTURA	AM	102	19	B	-	-	1925	0.73	100
		104	12.4	B	-	-	1926	0.52	
	PM	102	12.1	B	-	-	1676	0.47	
		104	11.2	B	-	-	1491	0.36	
2.AV. CUAUHTÉMOC-TC MÉXICO PUEBLA - SAN VICENTE	AM	94	186.7	F	-	-	3626	1.33	110
	PM	94	76.5	E	-	-	3230	1.03	
3.AV. CUAUHTÉMOC-FRANCISCO VILLA	AM	86	78.6	E	-	-	3093	0.88	120
	PM	86	50.9	D	-	-	3040	0.86	
3.1.AV. CUAUHTEMOC-PLAZA PILARES	AM	119	11.2	B	-	-	2863	0.37	120
	PM	119	9.7	A	-	-	2801	0.42	
4.AV. CUAUHTEMOC-CALLE IGNACIO ZARAGOZA	AM	81	7.4	A	-	-	3104	0.53	120
	PM	81	8.1	A	-	-	2976	0.54	
5.AV. CUAUHTEMOC-CALLE HIDALGO	AM	112	8.2	A	-	-	3367	0.61	125
	PM	112	7.7	A	-	-	3130	0.54	
6.AV. CUAUHTEMOC-CALLE BENITO JUAREZ	AM	66	36	D	-	-	3497	0.7	125
	PM	66	40.9	D	-	-	3348	0.66	
7.AV. CUAUHTEMOC-VIGILANTES	AM	75	46.5	D	-	-	3731	0.83	120
	PM	75	25.7	C	-	-	3135	0.83	
8.AV. CUAUHTEMOC-BLVD ACOZAC	AM	116	84.8	F	-	-	3882	0.89	100
	PM	116	40.7	D	-	-	3088	0.7	
9.AV. CUAUHTÉMOC-ENCINOS_ICU	AM	68	-	-	32.60%	A	826	-	-
		70	-	-	48.20%	A	3164	-	
	PM	68	-	-	38.40%	A	841	-	
		70	-	-	45.60%	A	2686	-	
10.AV. CUAUHTEMOC-CARR. FEDERAL MEXICO-CUAUTLA	AM	56	14.1	B	-	-	2445	0.58	120
		59	22.9	C	-	-	2590	0.68	
	PM	56	13.1	B	-	-	2282	0.52	
		59	20	C	-	-	2411	0.6	
11.AV. CUAUHTEMOC-AV. CANAL DE SANTA BARBARA	AM	49	25.7	C	-	-	3405	0.76	120
	PM	49	23	C	-	-	2746	0.63	
12.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. ÁNIMAS-FERROCARRIL_ICU	AM	53	-	-	87.60%	E	1781	-	-
	PM	53	-	-	62.80%	B	1367	-	
13.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. OJO DE AGUA_ICU	AM	27	-	-	86.50%	E	1329	-	-
		39	-	-	32.10%	A	369	-	
		43	-	-	20.00%	A	327	-	
		44	-	-	34.50%	A	426	-	
	PM	27	-	-	75.30%	D	1111	-	-
		39	-	-	28.20%	A	287	-	
		43	-	-	16.60%	A	258	-	
		44	-	-	29.80%	A	344	-	
14.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. COTERA_ICU	AM	31	-	-	25.40%	A	283	-	-
		33	-	-	16.90%	A	283	-	
		36	-	-	43.60%	A	1046	-	
	PM	31	-	-	21.40%	A	227	-	-
		33	-	-	14.80%	A	216	-	
		36	-	-	31.20%	A	1004	-	
15.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. DE VALPARAÍSO_ICU	AM	15	-	-	31.40%	A	485	-	-
		21	-	-	82.00%	E	1243	-	
		25	-	-	14.40%	A	255	-	
	PM	15	-	-	31.10%	A	361	-	-
		21	-	-	68.00%	C	1119	-	
		25	-	-	14.50%	A	183	-	
16.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. EL VERGEL_ICU	AM	16	-	-	52.40%	A	692	-	-
		22	-	-	82.30%	E	1382	-	
	PM	16	-	-	37.50%	A	580	-	
		22	-	-	66.00%	C	1158	-	

Tabla 63. Tabla de demoras y nivel de servicio de las intersecciones que componen el ramal estudiado. Proyección a 5 años.

INTERSECCIÓN	PERIODO	NODO SYNCHRO	DEMORA HCM 2000	NIVEL DE SERVICIO HCM 2000	ICU	NIVEL DE SERVICIO ICU	VOLUMEN VEHICULAR	V/C	CICLO (s)
1.CARR. FEDERAL MEX-PUEBLA-AV. SAN BUENAVENTURA	AM	102	25.5	C	-	-	2226	0.84	100
		104	14.2	B	-	-	2227	0.62	
	PM	102	12.9	B	-	-	1937	0.55	
		104	11.6	B	-	-	1724	0.42	
2.AV. CUAUHTÉMOC-TC MÉXICO PUEBLA - SAN VICENTE	AM	94	275.7	F	-	-	4197	1.56	110
	PM	94	134.9	F	-	-	3735	1.21	
3.AV. CUAUHTÉMOC-FRANCISCO VILLA	AM	86	121.7	F	-	-	3578	1.05	120
	PM	86	71	E	-	-	3516	1	
3.1.AV. CUAUHTEMOC-PLAZA PILARES	AM	119	12.5	B	-	-	3311	0.42	120
	PM	119	10.9	B	-	-	3238	0.49	
4.AV. CUAUHTEMOC-CALLE IGNACIO ZARAGOZA	AM	81	8.1	A	-	-	3588	0.61	120
	PM	81	9	A	-	-	3440	0.62	
5.AV. CUAUHTEMOC-CALLE HIDALGO	AM	112	9.8	A	-	-	3894	0.72	125
	PM	112	8.6	A	-	-	3620	0.64	
6.AV. CUAUHTEMOC-CALLE BENITO JUAREZ	AM	66	45.1	D	-	-	4040	0.81	125
	PM	66	53.3	D	-	-	3871	0.76	
7.AV. CUAUHTEMOC-VIGILANTES	AM	75	59.1	E	-	-	4317	0.97	120
	PM	75	36.9	D	-	-	3625	1.11	
8.AV. CUAUHTEMOC-BLVD ACOZAC	AM	116	104.9	F	-	-	4490	1.04	100
	PM	116	51	D	-	-	3572	0.81	
9.AV. CUAUHTÉMOC-ENCINOS_ICU	AM	68	-	-	37.20%	A	955	-	-
		70	-	-	54.20%	A	3657	-	
	PM	68	-	-	43.90%	A	972	-	
		70	-	-	50.90%	A	3106	-	
10.AV. CUAUHTEMOC-CARR. FEDERAL MEXICO-CUAUTLA	AM	56	15.9	B	-	-	2827	0.68	120
		59	27.1	C	-	-	3001	0.78	
	PM	56	15.3	B	-	-	2640	0.62	
		59	22.3	C	-	-	2789	0.7	
11.AV. CUAUHTEMOC-AV. CANAL DE SANTA BARBARA	AM	49	30.6	C	-	-	3939	0.88	120
	PM	49	25.9	C	-	-	3176	0.73	
12.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. ÁNIMAS-FERROCARRIL_ICU	AM	53	-	-	99.20%	F	2060	-	-
	PM	53	-	-	71.10%	C	1578	-	
13.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. OJO DE AGUA_ICU	AM	27	-	-	97.50%	F	1537	-	-
		39	-	-	35.00%	A	427	-	
		43	-	-	22.10%	A	380	-	
		44	-	-	38.30%	A	491	-	
	PM	27	-	-	84.50%	E	1286	-	-
		39	-	-	30.60%	A	331	-	
		43	-	-	18.20%	A	299	-	
		44	-	-	32.90%	A	399	-	
14.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. COTERA_ICU	AM	31	-	-	27.50%	A	326	-	-
		33	-	-	18.50%	A	327	-	
		36	-	-	49.90%	A	1210	-	
	PM	31	-	-	25.40%	A	262	-	-
		33	-	-	15.50%	A	248	-	
		36	-	-	35.60%	A	1161	-	
15.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. DE VALPARAÍSO_ICU	AM	15	-	-	37.80%	A	564	-	-
		21	-	-	92.80%	F	1439	-	
		25	-	-	15.00%	A	294	-	
	PM	15	-	-	34.10%	A	418	-	-
		21	-	-	76.60%	D	1295	-	
		25	-	-	15.20%	A	211	-	
16.AV. SANTA BÁRBARA-AV. HDA. EL VERGEL_ICU	AM	16	-	-	58.10%	B	801	-	-
		22	-	-	93.10%	F	1596	-	
	PM	16	-	-	42.30%	A	669	-	
		22	-	-	74.30%	D	1336	-	

Tabla 64. Tabla de demoras y nivel de servicio de las intersecciones que componen el ramal estudiado. Proyección a 10 años.

V. TASA DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN FUTURA

Se consultó la base de datos de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) con el fin de obtener el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) histórico correspondiente a los últimos 10 años disponibles (2015 a 2024), considerando el punto de aforo ubicado dentro de la zona de estudio. Se revisaron varios puntos siendo este el más representativo ya que, además de su ubicación, se seleccionó ese punto debido a que por ahí pasa el mismo tipo de flujo ya que es la misma avenida que la que se va a proyectar, también tiene datos completos y consistentes que no fueron afectados por cambios externos como obras o desvíos; también los datos del TDPA son coherentes con el proyecto actual ya que el aforo es sobre la avenida principal.

Posteriormente, se aplicó el método de mínimos cuadrados para ajustar los datos y estimar la tasa de crecimiento del tránsito, a partir de la pendiente de la recta de regresión. La tasa de crecimiento se obtuvo como la relación entre la pendiente y el valor promedio del tránsito.

El cálculo se hizo basado en los datos de los libros de datos viales del punto de aforo ubicado en la carretera México - Puebla (Libre), clave 00449, Ruta MEX-150, punto generador: Ixtapaluca, km 31.06, tipo 3, SC 1 (sentido hacia Puebla). En la Figura 01 se muestra la ubicación del punto donde se realizó el aforo para la obtención del TDPA histórico.



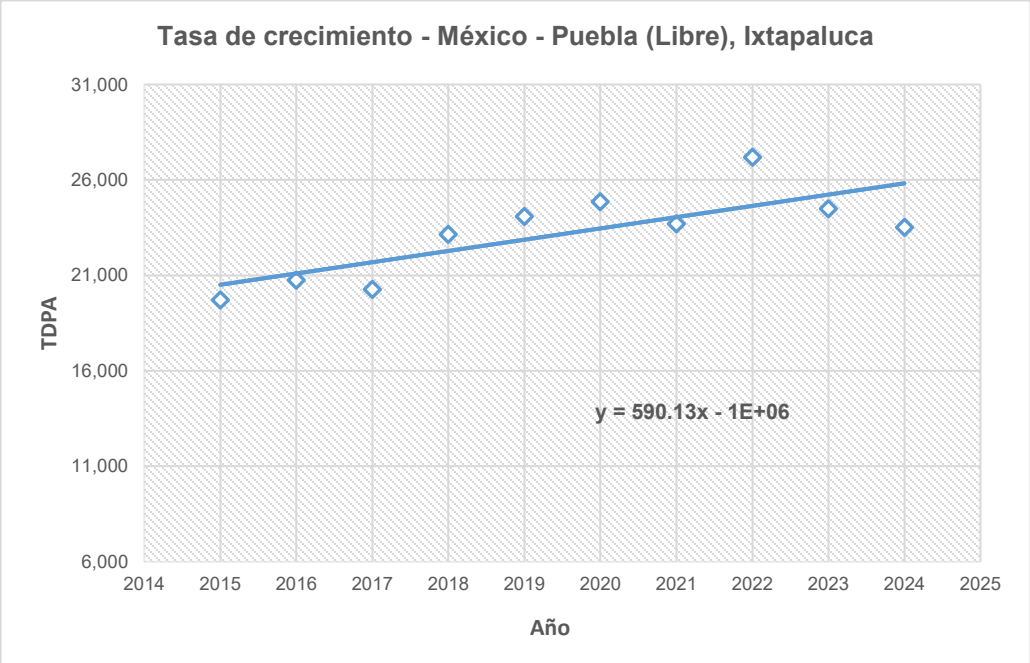
Figura 95. Ubicación del punto de aforo donde se obtuvo la información histórica del TDPA.

En la Tabla 65 se muestra la información obtenida: el TDPA en la avenida estudiada desde el año 2015 hasta el año 2024. También se observa que se obtuvo que el tránsito está aumentando 590 vehículos por año, y se obtuvo una tasa de crecimiento del 2.9% anual.

En la Figura 02 se observa la gráfica de la relación entre el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y el tiempo para el periodo analizado, así como la recta de ajuste obtenida mediante el método de mínimos cuadrados. Se observa que la recta presenta una pendiente positiva, lo que indica una tendencia creciente del tránsito a lo largo del tiempo. La línea de regresión permite representar gráficamente de manera aproximada el comportamiento general de los datos, suavizando las variaciones anuales que se observaron.

Mínimos cuadrados				
Año	**A**	**TDPA**	**A^2**	**(A)(TDPA)**
2015	0	19,702	0	0
2016	1	20,737	1	20737
2017	2	20,263	4	40526
2018	3	23,148	9	69444
2019	4	24,077	16	96308
2020	5	24,857	25	124285
2021	6	23,693	36	142158
2022	7	27,172	49	190204
2023	8	24,479	64	195832
2024	9	23,504	81	211536
∑	45	231,632	285	1091030
$(∑)^2$	2025			
Tasa de Crecimiento				
A0 =	20507.6	**i = 2.90%**		
A1 =	590.1333			
i =	0.028776			

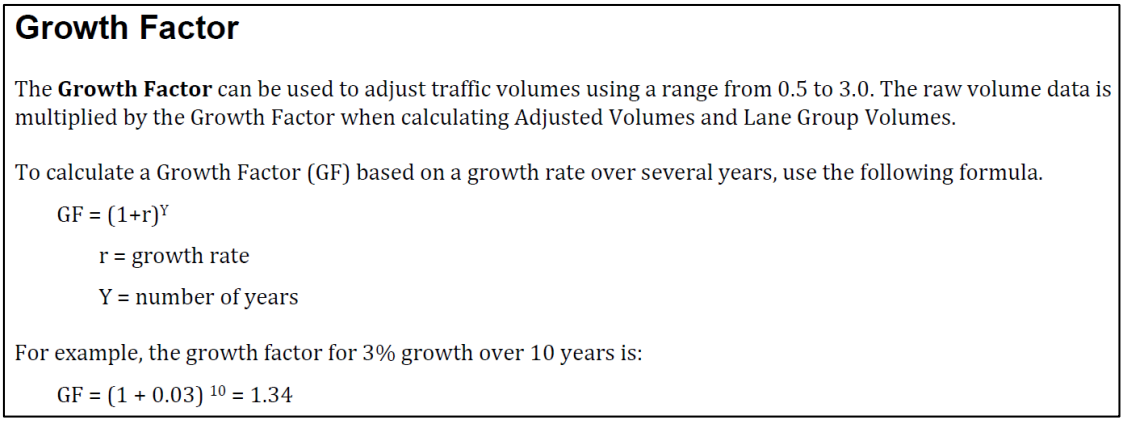
Tabla 65. Obtención de la Tasa de crecimiento por mínimos cuadrados



Gráfica 34. Tendencia de la Tasa de crecimiento en la carretera México – Puebla (Libre). Ixtapaluca.

Proyección a 5 y 10 años

Para la obtención de la proyección futura a 5 y 10 años de la situación actual, se utiliza la tasa de crecimiento i=2.9% y la fórmula de factor de crecimiento que el software Synchro 11® proporciona para evaluar valores futuros. La explicación del factor de crecimiento se presenta a continuación.



Growth Factor

The **Growth Factor** can be used to adjust traffic volumes using a range from 0.5 to 3.0. The raw volume data is multiplied by the Growth Factor when calculating Adjusted Volumes and Lane Group Volumes.

To calculate a Growth Factor (GF) based on a growth rate over several years, use the following formula.

$GF = (1+r)^Y$

r = growth rate

Y = number of years

For example, the growth factor for 3% growth over 10 years is:

$GF = (1 + 0.03)^{10} = 1.34$

Figura 96. Obtención del factor de crecimiento.

Utilizando la fórmula presentada en la figura 03 y aplicándole la tasa de crecimiento se obtiene lo siguiente:

$GF = (1 + r)^Y = (1 + 0.029)^5 = 1.153$ para 5 años

$GF = (1 + r)^Y = (1 + 0.029)^{10} = 1.330$ para 10 años

Ambos factores de crecimiento se aplicaron por separado para la obtención de la situación actual a 5 y 10 años. Los reportes de cada modelo de simulación se encuentran en los anexos correspondientes.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

Como resultado de los trabajos de campo, de este análisis y de la simulación del tránsito podemos concluir que derivado del Estudio de Tránsito y Microsimulacion para evaluar la Línea del Trolebús en el municipio de Ixtapaluca, Estado de México Impacto, destacan los siguientes aspectos:

El trazo del corredor de la Av. Cuauhtémoc – Av. Canal de Santa Barbara, en especial la Av. Cuauhtémoc, representa un reto importante ya la cabecera municipal se desarrolló a partir de esta vialidad, en ella se han desarrollo gran parte de las actividades comerciales y de servicio, convirtiéndose en la columna vertebral del municipio considerada así en el Plan de Desarrollo Urbano del municipio, es por eso que al ser la principal vía primaria para la movilidad de la zona, ha traído consigo una serie de problemas que impactan a la movilidad dentro del municipio, esta presenta un Tránsito Diario Promedio Anual de 55,591 vehículos, integrados mayormente por los automóviles y vehículos ligeros, además de un importante volumen de vehículos de transporte público que es proporcionado por combis y el creciente aumento de Motocicletas.

Lo que ha traído problemas a la operación del tránsito sobre la vialidad, con secciones que van de los 30.1 a los 58.0 metros donde se alojan 3 y hasta 4 carriles en su parte más amplia estas variaciones de su sección, agrava los problemas del tránsito sobre todo en la parte que atraviesa el centro (de la calle Ignacio Zaragoza a la Calle Benito Juárez) ya por si fuera poco si bien el estacionamiento está prohibido en esta y en toda esta vialidad, este se presenta por parte del transporte público y don de los peatones camina por el arroyo vehicular porque las aceras están invadidas por el comercio ambulante, esta situación complica la operación de esta vialidad, aunado se pueden añadir la operación de los 11 semáforos que se encuentran en operación, los cuales presentan 2 y 3 fases, con tiempos de ciclo que van de los 100 a los 125 segundos el mayor tiempo de la fase de verde es para el flujo de tránsito sobre que se desplaza por la Av. Cuauhtémoc, en la operación de esta vialidad se presentan demoras producto de la operación de los semáforos.

La movilidad peatonal que se da se presenta en la zona centro, pero no son menos importantes los que se presentan en los principales cruceros y en algunos de los tramos de esta vialidad, ya que como se ha mencionado a lo largo de esta vialidad se desarrollan las principales actividades, en los pasos peatonales son utilizados pero no por todos los residentes de la zona, aun se carece de una cultura para utilizarlos ya que la mayor parte de los peatones prefieren cruzar la vialidad a nivel, arriesgando su integridad y seguridad.

Los Ciclista representan un volumen pequeño si se compara con el volumen de tránsito, sin embargo representa una minoría que hay que atender, mejorando sus condiciones de seguridad cuando haga uso de la infraestructura de manera sustentable, otro actor importante dentro de los usuarios de dentro de la movilidad son sin duda los motociclistas

los cuales están creciendo como una alternativa a los problemas del tránsito que se genera en la zona sin embargo estas contribuyen al problema más que una solución ya que al igual que los automovilistas compiten por un espacio dentro de la corriente del tránsito que utiliza las vialidades disponibles.

En conclusión, el corredor de Av. Canal de Santa Bárbara y Av. Cuauhtémoc tiene una carga vehicular muy alta por la mañana que por la tarde. La semaforización de la situación actual apenas logra desahogar los vehículos entre intersecciones. Sin embargo, la diferencia de los ciclos semafóricos entre cruces, genera demora y por lo tanto los vehículos se detienen entre intersecciones.

Se recomienda la modificación de la longitud de los ciclos semafóricos para generar una mejora en el flujo vehicular. Además, se recomienda implementar fases peatonales ofrecer seguridad a los peatones.

Por otro lado, las intersecciones que se encuentran en Av. Canal de Santa Bárbara, funcionan de manera óptima a pesar de la ausencia de un control semafórico. Se recomienda modificar los sentidos de circulación de esta avenida para recuperar y aumentar la capacidad vehicular.

Después de la evaluación de capacidad a 5 y 10 años, en todas las intersecciones se aprecia un aumento en el volumen vehicular sin llegar a congestionar las intersecciones. Es por ello que se enfatiza en el cambio de las longitudes del ciclo semafórico, y que sean iguales en todas las intersecciones.

4.2 Recomendaciones.

La operación de la red vial, bajo las condiciones actuales tiene un impacto importante sobre la red vial analizada en la zona de estudio, ya que es la Av. Cuauhtémoc y la Av. Canal de Santa Barbara presentan los mayores volúmenes de tránsito de toda la red vial, bajo estas circunstancias se considera que el mayor impacto sobre la vialidad, se presenta en las horas de mayor demanda bajo las circunstancia descritas anteriormente, para mitigar la problemática existente se ha propuesto una serie de acciones que se sugiere pudieran considerarse como medidas de mitigación y de seguridad, estas propuestas se describen a continuación:

La operación del tránsito en la zona en este momento presenta problema de consideración sobe todo en la hora de máxima demanda; de estacionamiento en la vía pública, de comercio ambulante o de base de taxis, además del transporte público, todos sus derroteros pasan sobre de la Av. Cuauhtémoc y una porcentaje menor sobre la Av. Canal de Santa Barbara, que son dos vialidades principales en este sentido se tiene una cobertura adecuada para comunicar a los residentes de la zona a través de este modo de transporte. Es por eso que, una vez puesto en contexto la situación que guarda el entorno del predio del proyecto, se harán las siguientes recomendaciones, necesarias para mantener una operación eficiente la red vial de la zona.

a) Mantener libre la Av. Cuauhtémoc y la Av. Canal de Santa Barbara, de vehículos estacionados, de Bases de taxis y de comercio ambulante en las aceras.

Se ha observado que los comercio y servicios que prestan sobre la avenida, generan un impacto importante en la vialidad por el uso de la vía pública como estacionamiento; en este sentido, el estacionamiento deberá ser restringido mediante señalamiento vertical y horizontal, en cuanto a las base de taxis, si la autoridad decide permitir su establecimiento, esta deberá planear que su ubicación sea en calles aledañas a la vialidad principal donde su permanencia no afecte la operación de esta vialidades, y mucho menos afecte la circulación del tránsito vehicular, en esta vialidad, con el propósito de salvaguardar la operación de los carriles de esta vialidad destinados a la circulación del tránsito vehicular y poder mejorar la eficiencia en la capacidad, así como la fluidez de tránsito en la zona, y brindar seguridad a los peatones que se desplacen por la zona.

b) Proyecto de señalamiento vial horizontal y vertical

Dada la necesidad de mejorar la operación del tránsito en el lugar sobre la vialidad principal, de la cabecera municipal, se recomienda llevar a cabo un proyecto de señalamiento vial de la zona, y en general en la red vial del municipio, para que esté acorde con las necesidades actuales de movilidad.

La Av. Cuauhtémoc, cuenta con poco señalamiento vertical en este momento y el señalamiento horizontal que existe es escaso y las condiciones que presenta no son las más adecuadas, esta misma condición se presenta en el resto de las vialidades de la zona, el señalamiento no cumple la función para lo que está diseñado de encausar el tránsito y a los usuarios dentro de las vialidades, principalmente a aquellos que acuden a esta zona y que la desconocen. De acuerdo con los volúmenes de tránsito vehicular que se desplaza por las vialidades de la zona, se han propuesto hacer algunos cambios y complementar el señalamiento, con el propósito de mejorar su operación.

A partir del inventario de señalamiento vial existente y a partir de aquí hacer un rediseño del señalamiento, de tal forma que responda a las nuevas condiciones de diseño y operación de esta infraestructura vial y a los cambios que tendrá la zona.

c) Semáforos

Para mejorar la operación del tránsito sobre el corredor vial de Av. Cuauhtémoc y Av. Canal de Santa Barbara, tendrá que realizar los estudios de tránsito necesarios el diseño de las fases y reparto del tiempo de ciclo y en su caso remplazar y modernizar los equipos que administran el tránsito y en la medida de lo posible tratar de empalmarlos los programas de cada uno de ellos para tener un desplazamiento continuo, que permita reducir los tiempos de recorrido y evitar las demoras que actualmente existen por la operación del semáforo.

ANEXOS

GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

SERVICIO DE TRANSPORTES ELÉCTRICOS

MANUAL
OPERADOR DE TROLEBÚS









2024

DIRECCIÓN EJECUTIVA DE TRANSPORTACIÓN

INSTRUCCIÓN OPERATIVA

ÍNDICE

1. Introducción 6
2. Objetivo del manual 7
3..Misión, visión y declaración de valores 7
3.1. Misión: 7
3.2. Visión: 7
3.3.Declaración de valores: 7
4. Crónicas del transporte eléctrico 8
5. Organigrama 13
6. Operador de trolebús 14
6.1. Funciones y actividades del operador de trolebús 15
6.2. Especificación de labores 15
6.3.Características de la conducción del operador de trolebús. 21
6.4. El operador eficiente y responsable. 22
6.5. Cortesía en el trato al usuario 22
6.6. Atención a personas con discapacidad, tercera edad y mujeres embarazadas. 23
6.7. Manejo a la defensiva 24
6.7.1 ¿Qué es un accidente de manejo? 25
6.7.2. ACTITUD – ESPACIO – VISIBILIDAD 27
6.7.3. Peatones – Ciclistas – Motociclistas 31
6.7.4. Convivencia con el ciclista 32
7.1. ¿Qué es un trolebús? 35
7.2. Características y diferentes series de trolebús 35
7.3. Partes y accesorios del trolebús 36
7.3.1.Serie 20000, 22000 y 23000 36
7.3.2. Serie 21000 y 24000 42
7.3.3. Testigos luminosos en la pantalla LCD, unidades Yutong. 46
7.3.4. Revisión de presión de neumáticos y desgaste de balatas 49
7.3.5. Pasos para realizar el cambio de banderas de destino, radio GPS 51
7.3.6. Sistema de retracción de poste colector 52

7.3.7. Carbones de poste colector. 54
7.4. Sistemas del trolebús 54
7.4.1. Sistema mecánico 55
7.4.2. Sistema neumático 56
7.4.3. Sistema Eléctrico de Baja Tensión 57
7.4.4.Sistema Eléctrico de Alta Tensión 58
7.4.5. Sistema de carrocería 59
7.4.6. Procedimiento de encendido 59
8. Mantenimiento a trolebuses 60
8.1. Mantenimiento diario tipo “A” 60
8.2. Mantenimiento preventivo tipo “B” 61
8.3. Mantenimiento correctivo tipo “C” 62
9. Instalaciones operativas 63
9.1. Depósito de Tetepilco – Primera División 64
9.2. Depósito Tetepilco – Segunda División 65
9.3. Depósito Aragón – Tercera División 66
9.4. Depósito Santa Martha (Deposito provisional Terminal-Ahuatepec) 67
10. Formatos 68
10.1. F. AD. 168 “Servicio de dormitorio” 69
10.2. F. AD. 188 “Papeleta de recaudación red de trolebuses” 70
10.2.1- F. OP. 132 papeleta de programación. (nueva) 72
10. 3. F. MTTO. 372 “Orden de trabajo” 74
10.4. F. OP. 04 “Informe diario de novedades” 76
10.5. F. OP. 82 “Reporte de incidentes” 78
10.6. F. OP. 84 “Reporte de fallas de trolebús” 80
10.7. F. OP. 85 “Asistencia diaria” 82
10.8. F. OP. 89 “Tiempo extra de operadores” 84
10.9. F. OP. 105 “Averías y accesorios faltantes trolebuses” 86
10.10. FAD 293 “Permisos y suspensiones” 87
11. Subestaciones eléctricas rectificadoras 88
11.1. Secciones eléctricas. 89

12. Infraestructura de línea elevada 90
12.1. Elementos de línea elevada. 91
12.2. Distancia interpostal. 92
12.3. Alimentación al alambre trolley. 93
12.4. Poste Revestido. 94
12.5.Seccionador (quebradora). 95
12.6. Crucero ajustable de 66° a 90° 95
12.7. Cambio mecánico (empalme). 96
12.8. Cambio automático. 96
12.9. Colector de Polos. 97
12.10. Averías en la línea elevada. 98
12.10.1. Viento roto. 98
12.10.2. Línea colgada. 99
12.10.3. Solera chueca, desprendida o rota. 99
12.10.5. Cruzamiento con cables ajenos al servicio. 100
12.10.6. Protocolo de protección a la línea elevada por daño 101
13. Procedimientos operativos 102
13.1. Procedimiento de revisión y preparación trolebús 102
13.2. Protocolo cobro de pasaje con validador 107
13.2.1. Características del dispositivo validador 107
13.2.2. Protocolo para el cobro con la Tarjeta de Movilidad Integrada. 109
13.3. Procedimiento para el uso de Autonomía 110
13.4.Procedimiento para el uso del arrodillamiento y rampa para personas con discapacidad. 111
13.5. Procedimiento de reactivación 113
13.6. Procedimiento de reporte descompostura de trolebús 114
13.6.1. Ingreso al depósito provisional por orden de C.C. 115
13.6.2. Reparación en terminal 115
13.6.3. Reparación en calle 115
13.6.4. Ingreso al depósito provisional por orden de mantenimiento 115
14. Maniobras extemporáneas en la operación 116

14.1. Maniobra trolear 116
14.2. Dar el paso 117
14.3. Procedimiento por descarrilamiento de poste colector 118
14.3.1.Protocolo descarrilamiento del trolebús. 118
14.4. Interruptor de emergencia 119
15. Eventualidades y protocolos de acción 120
15.1. Conato de incendio en el trolebús 120
15.2. Conato de incendio ajeno al servicio. 121
15.3. Hechos delictivos robo a bordo 121
15.4. Atropello de peatón y/o usuario lesionado. 121
15.5. Procedimiento en caso de alerta sísmica o sismo. 122
15.5.1. A bordo del trolebús. 122
15.5.2. En terminales 122
16. Normas de seguridad en la operación 123
16.1. Equipo de seguridad obligatorio 124
17.Normatividad vigente 125
17.1. Reglamento Interior de Trabajo 125
17.2. Contrato Colectivo de Trabajo 128
17.3. Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México 132
. 17.4. Ley de Movilidad 139
18. Señalización 142
18.1. Sistema Vial 142
18.1.1.Código de colores 143
18.2. Clasificación de las señales viales 143
18.2.1. Señalamiento Vertical 143
18.2.2. Señales restrictivas 144
18.2.3. Señales preventivas 144
18.2.4. Señales informativas 145
18.2.5. Señalamiento Horizontal 146
18.2.6. Señales especiales 148
18.2.7. Señales acústicas 148

18.3.Semáforo 149
18.3.1. Semáforo vehicular 149
18.3.2. Semáforo peatonal 150
18.3.3. Semáforo especial 150
18.4. Diagrama de Distribución de carriles 151
18.4.1. Componentes del parabús 151
19 TROLEBÚS ELEVADO 152
19.1. Protocolo de apertura y cierre de estaciones 153
20. Autoridades en la operación 159
20.1. Funciones del regulador de paso 159
20.2. Funciones del jefe de terminal 159
20.3. Funciones del centro de comunicaciones 161
20.4. Funciones del supervisor 162
21.Simbología 163
21.1.Simbología Línea 1 Corredor Cero Emisiones Trole-Bici “Eje Central” 164
21.1.1. “Central de Norte – Central del Sur” 164
21.1.2. “Central del Norte – Doctor Pascua” C2 (Circuito 2) 165
21.2. Simbología Línea 2 Corredor Cero Emisiones Trole-Bici “Eje 2–2A Sur” 166
21.3. Simbología Línea 3 Corredor Cero Emisiones Bus-Bici “Eje 7–7A Sur” . 167
21.4. Simbología Línea 4 “Metro Boulevard Puerto Aéreo – Metro Rosario” ... 168
21.5. Simbología Línea 5 “San Felipe de Jesús – Metro Hidalgo” 169
21.5.1. “San Felipe de Jesús – Metro Hidalgo” 169
21.5.2. “San Felipe de Jesús – Glorieta La Diana” 170
21.6. Simbología Línea 6 “Metro Rosario – Metro Chapultepec” 171
21.7. Simbología Línea 7 “CETRAM Periférico Ote. – Ciudad Universitaria” ... 172
21.8. Simbología Línea 8 “Circuito Politécnico” 173
21.9. Simbología Línea 9 “Circuito Villa de Cortés” 174
21.9.1. “Circuito Villa de Cortes” 174
21.9.2. Línea 9 “Villa de Cortes – Apatlaco – Tepalcates” (Apoyo) 175
21.10. Línea 10 “Metro Constitución- Acahualtepec” 176
22. Red de trolebuses 177

22.1. Línea 1 Corredor Cero Emisiones “Eje Central” – Trole-Bici 179
22.2.Línea 2 Corredor Cero Emisiones “Eje 2–2A Sur” 182
22.3. Línea 3 Corredor Cero Emisiones “Eje 7–7A Sur” 185
22.4. Línea 4 “Metro Boulevard Puerto Aéreo – Metro Rosario” 187
22.5. Línea 5 “San Felipe de Jesús – Metro Hidalgo”(ampliación La Diana) ... 190
22.6. Línea 6 “Metro Rosario – Metro Chapultepec” 193
22.7. Línea 7 “Cetram periférico Ote. – Ciudad Universitaria” 196
22.8.Línea 8 “Circuito Politécnico” 199
22.9. Línea 9 “Circuito Villa de Cortés” (ampliación Tepalcates) 201
23. Glosario de términos 205
23.1. Transportación 205
23.2. Infraestructura de línea elevada 208
23.3. Definición de las piezas del poste revestido 210
24. Referencias 212
24.1. Índice de imágenes 212
24.2. Índice de tablas. 218
25. Créditos 221

1. Introducción

Formamos parte de un organismo con una tradición en el transporte público de pasajeros en la Ciudad de México desde 1900, abarcando actualmente a todos los sectores de la población, donde buscamos día a día ofrecer un transporte digno y eficiente a los miles de usuarios que diariamente se trasladan a través de la red de trolebuses. para ello es necesaria la conjugación de los elementos que integran la infraestructura esencial para una eficiente operación, un correcto mantenimiento y su combinación con el adecuado dimensionamiento y programación del servicio.

Por tanto, se espera el mayor esfuerzo y dedicación de todos los trabajadores que integran la red de trolebuses, para que este servicio cumpla con los fines institucionales para los cuales fue creado, debiendo conducirse con ética y responsabilidad durante el desarrollo de sus actividades.

El Operador de Trolebús, tiene la misión de transportar a los usuarios bajo los tiempos, velocidades establecidas, seguridad, eficiencia y cordialidad; respetando el Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México, sin olvidar que transporta a seres humanos, por esta razón se debe cuidar y revisar la unidad asignada antes y durante el desempeño de su jornada laboral.

Por último, debemos decir que cada uno de los operadores debe tener muy presente que **“ES UN ORGULLO SER OPERADOR DE TROLEBÚS”**, un orgullo y un honor, que no cualquiera puede tener y que solo los mejores pueden ostentar.



Ilustración 1 collage de fotos en STE.

2. Objetivo del manual

Proporcionar al operador información técnica para que realice una correcta operación mediante las unidades tipo trolebús dedicadas al traslado de pasajeros en la red de trolebuses.

3..Misión, visión y declaración de valores

La misión, visión y nuestra declaración de valores, son elementos básicos que todo trabajador de esta empresa debe conocer claramente, esto nos permitirá brindar un servicio con los más altos estándares de seguridad, eficiencia y comodidad.

3.1. Misión:

Brindar a nuestros usuarios una alternativa de transporte no contaminante, segura, confiable, oportuna y que satisfaga con eficiencia y eficaz, la manera económica y las necesidades de traslado hacia los diversos puntos que cubre la red en operación de Trolebuses y Tren Ligero, bajo criterios de transparencia y honestidad, en un marco de respeto a la Equidad de Género.

3.2. Visión:

Transformar a la Entidad en un Organismo que proporcione un servicio de transporte con altos estándares de calidad y eficiencia, enfocado en consolidar una red de corredores cero emisiones, en el caso de la modalidad de trolebuses, y un servicio tecnológicamente avanzado en el caso del tren ligero, coadyuvando a incrementar los índices de movilidad urbana en un marco de respeto al medio ambiente.

3.3.Declaración de valores:

- **Cortesía**: Como distintivo de nuestros servicios.
- **Lealtad**: Hacia nuestra institución y nuestros usuarios.
- **Respeto**: A la opinión y requerimientos de nuestros usuarios.
- **Equidad**: Para impedir cualquier forma de discriminación.
- **Honestidad**: En el desempeño diario y transparente de nuestras actividades.
- **Tolerancia**: la convivencia diaria con otros modos de transporte.



lustración 2 Trolebús frente oficinas de STE.

4. Crónicas del transporte eléctrico

1857

El 04 de julio arranca la primera línea, en un recorrido de la Ciudad de México hasta la Villa de Guadalupe, con el ferrocarril de vapor, pero debido a su peso, tamaño y estruendo, no tenía acceso a las estrechas calles de la ciudad, por lo que autoridades del Distrito Federal dispusieron que los ferrocarriles circularán en la periferia de la ciudad y en el interior darían servicio los tranvías que serían de tracción animal.



1877

Los ferrocarriles urbanos del Distrito Federal serían siempre explotados por tracción animal, la compañía debía atender a la buena conservación del pavimento de las calles y atarjeas. Los coches que recorrían la vía en la misma dirección debían conservar una distancia entre sí, de 30 metros cuando menos; los empleados deberían ser cuidadosos y corteses con los pasajeros; los cocheros y conductores debían tener gran cuidado para evitar choques contra los vehículos o personas de a pie y sobre todo con los niños, dando la señal de peligro por medio de un silbato, haciéndolo sonar también a la llegada de los cruceros y bocacalles.



1896

Se pide cambiar la tracción animal por eléctrica, conocida con el nombre de “trolley System”. las autoridades tuvieron que proceder previamente a un minucioso análisis donde la comisión estimó conveniente estudiar los otros sistemas prevalecientes en ese momento en todo el mundo (acumuladores, hilo subterráneo e hilo aéreo) siendo la de hilo aéreo, el más aplicable para la Ciudad de México



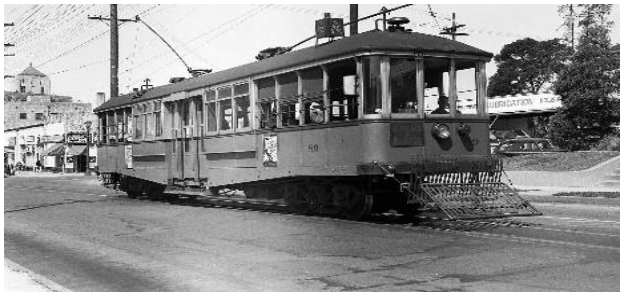
1898

Tranvías Eléctricos de México se traslada del depósito de Artes al depósito de Indianilla, donde comienzan las obras de electrificación.



1899

Se convino en poner los hilos de contacto a una altura media de 5.50 sobre el hongo del riel, pudiendo descender hasta 4.50 metros, usando 600 VCD (Volts de Corriente Directa). Se recibieron los primeros carros eléctricos fabricados por BRILL de Philadelphia.



1900

El 15 de enero se inaugura la primera línea de tranvías eléctricos, Indianilla, Chapultepec-Tacubaya, con tranvías de 72 asientos acomodados en dos pisos. Se implanto el uso de espejos retrovisores, el despacho centralizado de corridas, el sistema de tarifa múltiple.
Se ofrecían servicios de fletes por horario o contratados, excursiones privadas o turísticas, en el traslado de presos,



1925

El 23 de diciembre la empresa reconoce la representatividad de la “Alianza de empleados y obreros de la compañía de ómnibus y tranvías de México.” Hoy ATM.

1947

El 19 de abril se decreta la creación de la institución descentralizada denominada “Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal”, adquiriendo el Departamento del Distrito Federal todos los bienes de las empresas Cía. de Ferrocarriles del D. F. de México S. A.; Cía. De Tranvías de México S. A.; y la Cía. Limitada de Tranvías Eléctricos de México, las cuales forman ahora parte del Organismo.

1951

El 09 de marzo se inaugura el primer servicio de trolebuses que llegaron de la ciudad de Nueva York, modelo Westram. La línea recorría de Tacuba a la Calzada de Tlalpan; en años posteriores se compraron Trolebuses de Inglaterra, Canadá, Estados Unidos e Italia.



1954

Se inician operaciones en el depósito de Tetepilco, solo como resguardo a las unidades PCC. Los tranvías PCC remplazan a los anteriores tranvías por sus ventajas tecnológicas en las que destacan lo silencioso, aerodinámico y veloz, fueron construidos por la compañía St. Louis Car Co.



1957

El 14 de octubre se inauguran las oficinas y los talleres en el Depósito de Tetepilco, aumentando la demanda de trolebuses llegando carros de Cleveland.



1970

En la década de los setentas los tranvías y trolebuses trabajaban con base en horarios fijos; debido al congestionamiento del tránsito, éstos resultaron inoperantes. Procediendo al establecimiento del sistema de intervalos, brindando un servicio más oportuno y eficiente.



1979

En junio se inauguran los ejes viales, dejando fuera de circulación a los PCC; y en varios de ellos inicia el servicio de trolebuses.



1980

Para abril ya circulaban en el Eje Central Lázaro Cárdenas, unidades totalmente nuevas de los 100 que llegaron, de fabricación nacional (MASA) con componentes japoneses



1983

Llegan trolebuses nuevos serie 4000, y al año siguiente se experimenta con carros articulados y también se implementa la reconversión de los P.C.C. en el Tren Ligero a cargo de la empresa MOYADA y la empresa Sintra.



1986

El Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal contaba con un parque vehicular de 1045 trolebuses de los cuales 700 estaban en condiciones de operar y 345 detenidos por falta de refacciones.
En agosto inicia operaciones el Tren Ligero Mexicano con la conversión de 2.5 PCC en un tren ligero MOYADA.



1991

El 16 de diciembre comienza a dar servicio el Tren Ligero, con 12 unidades modelo T-90, fabricados por la empresa mexicana Constructora Nacional de Carros de Ferrocarril.



1998

Arriban a la Ciudad de México 200 nuevos trolebuses (series 9700 y 9800) con tecnología de punta y diseño vanguardista para la época; posteriormente inician operaciones.



2006

Llegan y entran a circulación 4 trenes nuevos modelo TE-06, para el servicio del tren ligero.



2009

El 01 de agosto se inaugura el primer Corredor Cero Emisiones: “Eje Central” Lázaro Cárdenas, el cual es el primer Corredor Ecológico de Transporte Masivo de América Latina, con operación regulada en vialidades con carriles confinados total o parcialmente, contando con paradas predeterminadas.



2010

El 21 de diciembre se inaugura el segundo Corredor Cero Emisiones: “Eje 2 - 2A Sur”, el cual da servicio desde la Terminal Velódromo hasta la Terminal Metro Chapultepec.



2012

El 01 de noviembre se inaugura el tercer Corredor Cero Emisiones “Eje 7 - 7A Sur”, en la que se comparte el carril confinado con ciclistas, denominado a este corredor como **BUS - BICI**, el primero en su tipo en América Latina.



2015

Arriban e inician operaciones 4 nuevos trenes ligeros, serie TE-012.



2019

El 10 de septiembre llega a la Ciudad de México el primero de 63 nuevos trolebuses serie 20000, marca Yutong.
El 19 de noviembre se inician pruebas preoperativas a los primeros 40 trolebuses serie 20000 en las líneas 1, 2 & 3.
El 27 de noviembre inician pruebas preoperativas los posteriores 23 trolebuses, dando un total de 63 trolebuses serie 20000 en pruebas preoperativas en los tres corredores cero emisiones de STE.



2020

El 08 de enero se inaugura en el Corredor Cero Emisiones “Eje Central Lázaro Cárdenas” como **Trole – Bici**, en la que se comparte el carril confinado en ambos sentidos con ciclistas, operado únicamente con trolebuses serie 20000.



2020

A finales de Julio arriban 80 trolebuses sencillos 12 metros marca Yutong y el primer trolebús articulado 18 metros marca Yutong; después de casi cuatro décadas el organismo adquiría trolebuses articulados.
El 13 de septiembre inician operaciones los 80 trolebuses Yutong (20064 – 20143) en las líneas 1 “Eje Central”, 2 “Eje 2/2A Sur, 3 “Eje 7/7A Sur & 7 “Metro Lomas Estrella – Ciudad Universitaria”
A finales de septiembre arriban los trolebuses articulados faltantes, estos 50 trolebuses articulados estarían destinados a la operación de la L10 Trolebús Elevado.



2021

El 09 de enero se amplía la L2 operando de manera definitiva del CETRM Pantitlán al Metro Chapultepec con el aprovechamiento de la autonomía. Ademán entran en circulación los trolebuses articulados en las líneas 1 y 3 como apoyo al STC Metro.
El 30 de enero se reinaugura la L9 “Circuito Villa de Cortés” con trolebuses sencillos de nueva generación.
El 04 de mayo se amplía la L7 operando desde el CETRAM Tláhuac hasta Ciudad Universitaria gracias al uso de la autonomía por las baterías de los trolebuses, además que se incorporan trolebuses articulados a esta línea en apoyo a la L12 del STC Metro.
El 11 de julio se inaugura la L1 del Cablebús de Indios Verdes a Cuautepec y el 08 de agosto de inaugura la L2 del Cablebús en Iztapalapa, siendo esta última la línea más larga del mundo con 10.55 km de longitud.



2022

El 10 de mayo inician operaciones los 8 trolebuses sencillos (Serie 22000) adquiridos por el Sistema de Actuación por Cooperación (SAC) Granadas y donados al STE para su operación en la L6 Metro Rosario – Metro Chapultepec.
El 5 de octubre comienza el arribo de 100 trolebuses Yutong de 12 Mts, para la renovación del equipo del depósito de Aragón del 22099-22109



2023

El viernes 28 de abril llega a la Ciudad de México el primero de 17 nuevos trolebuses serie 23000, marca Yutong. Sencillos de 12 m de largo donados por Grupo MIRA
El 19 de mayo llega a la Ciudad de México la siguiente nueva serie 24000 constituida por una flota de 102 nuevos trolebuses, marca Yutong. Articulados de 18 m de largo



5. Organigrama

El siguiente organigrama muestra cómo está constituida la Dirección Ejecutiva de Transportación, así como la cadena de mando a la que pertenece el operador de trolebús.

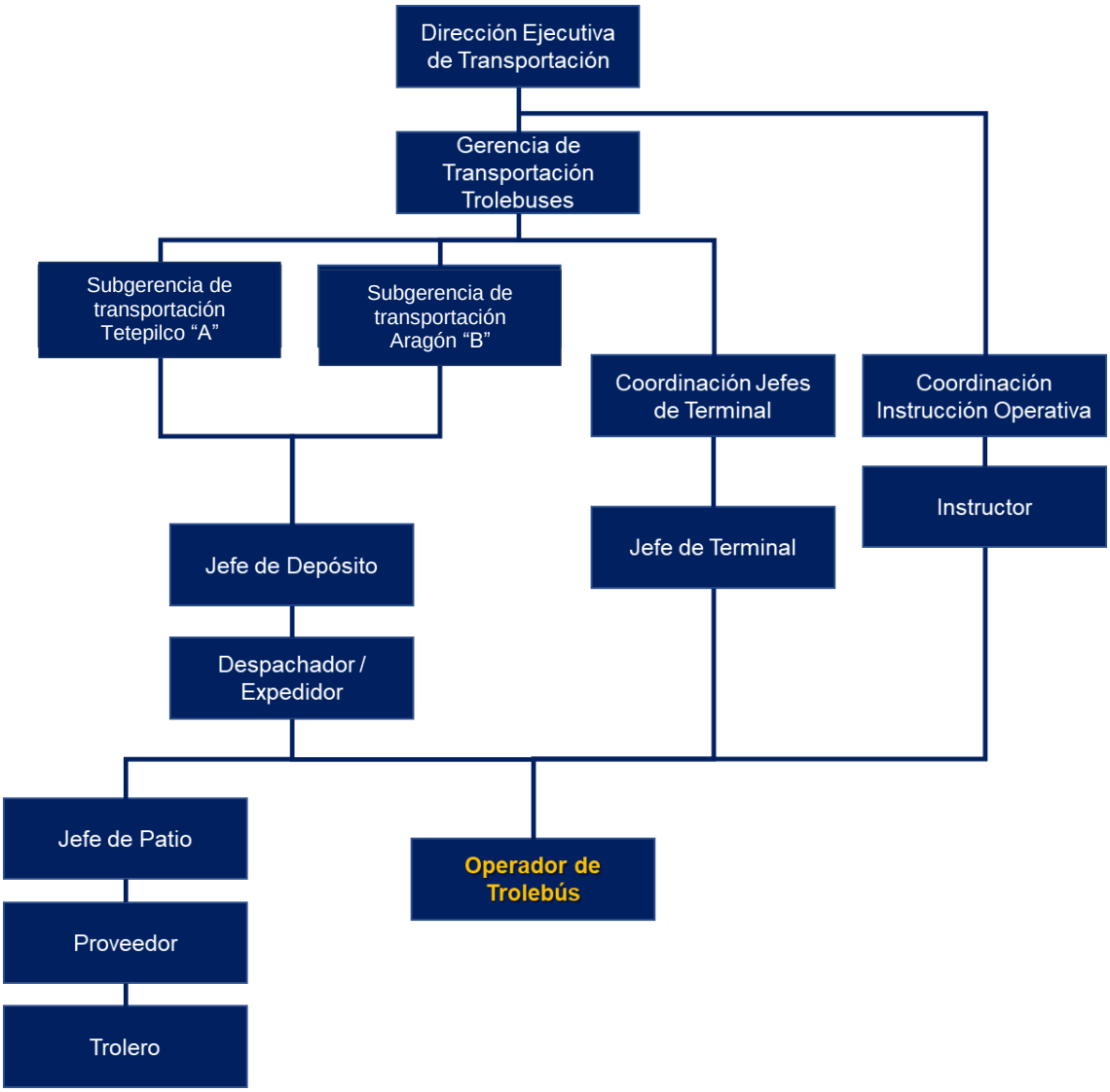


Ilustración 3 Organigrama funcional del Operador de Trolebús.

El operador de trolebús también tiene la obligación de seguir las indicaciones del personal de supervisión operativa; así como seguir el procedimiento e indicaciones del Auditor de Recaudación.

6. Operador de trolebús

El operador es un servidor público y una persona profesional que tiene por objetivo prestar un servicio de forma segura, confiable y de calidad para los usuarios y pasajeros de este modo de transporte, así como tener conocimiento de la operación técnica de las unidades de trolebús, con el objeto de garantizar el máximo rendimiento y conservación de este.

Tiene la obligación como servidor público y como integrante de este organismo de llevar a cabo el desarrollo de las siguientes actividades:

- Mentalidad de servicio y una actitud positiva, ya que las personas que utilizan el servicio que presta la empresa ponen su integridad en manos del operador, siendo una gran responsabilidad para él, por lo que debe estar preparado para afrontarla con éxito.
- Excelente trato al usuario, en especial a las personas con discapacidad y de la tercera edad.
- Conducir y operar correctamente el trolebús.
- Manejo a la defensiva.
- Ceder el paso, respetando rangos de operación.

Un buen operador no es aquel que ha conducido vehículos “toda su vida”, ni el que pasa tras el volante casi todo el día. Estas situaciones dejan cierta experiencia y conocimientos, sin embargo, una buena conducción no consiste en manejar mucho sino, sobre todo, conducir adecuadamente respetando al usuario, así como a las personas de la vía pública y demás conductores.



Ilustración 4 Operadores de Trolebús.

6.1. Funciones y actividades del operador de trolebús

De acuerdo con las reglas de operación establecidas, manejar el vehículo de transporte de pasajeros (trolebús) en forma eficiente y segura; atender el cobro de los usuarios; siendo responsable de la unidad que se le asigne y brindando un trato cortés y de respeto al usuario y seguridad de los pasajeros. Desempeñar las acciones o maniobras inherentes al puesto.

6.2. Especificación de labores

1. Al inicio de su jornada de trabajo, deberá presentarse puntualmente (15 minutos antes de la hora de nombramiento), portando su licencia tipo “C” vigente debidamente aseado, rasurado, portando el uniforme completo otorgado por el organismo (limpio y planchado, zapatos limpios), con corte de cabello regular, sin aretes y perforaciones visibles, gorras o sombreros.

2. Presentarse en perfectas condiciones físicas y mentales, que permitan el buen desempeño de sus actividades, sin haber consumido alcohol, sustancias toxicas o medicamentos que produzcan sueño.

3. Los operadores deben presentar su licencia tarjetón original vigente al Despachador / Expedidor, en caso de no hacerlo no le darán trabajo.

4. Anotar y/o realizar el completo llenado de la papeleta F.AD.188 o F.OP. 132 conformé a los espacios establecidos los datos necesarios de acuerdo con el instructivo para el uso del formato.

5. Verificar el buen funcionamiento y estado de los sistemas de la unidad, conforme al protocolo de “revisión y preparación” con el apoyo del formato F.OP. 105. Tarjeta de Averías y Accesorios Faltantes, durante la expedición, y el relevo al llegar a la terminal más próxima después de haber sido realizado .
6. Cuando el trolebús se encuentre en condiciones de ser expedido a servicio colocará la bandera correspondiente, en caso de tratarse de display electrónico, encenderá éste y seleccionará el destino respectivo; El Expedidor autoriza, valida el destino, se le proporciona el kilometraje y firma salida y destino.

7. El operador solicitará al policía auxiliar el extintor y registrará la salida en la papeleta del policía auxiliar firmando de conformidad.

8. Cuando el trolebús no se encuentre en condiciones de salir a servicio, avisará inmediatamente al Expedidor y al personal de mantenimiento para que sea atendida la unidad, llenando el formato F.OP.84, describiendo específicamente las fallas que presenta el trolebús. Esperará la reparación del trolebús, si esto no es posible, pedirá otro carro al Expedidor.

9. Debe reportar al C. C. Toda situación que dificulte la continuidad del servicio (paso interrumpido), tomara las medidas necesarias acorde a las circunstancias para la continuidad del servicio (bandereo) etc. averías que llegue a observar en la infraestructura de la línea elevada (viento roto, suspensión volteada, cable roto, falta de energía) y en caso de una eventualidad en la línea que ponga en riesgo la continuidad de servicio si es necesario quédese a proteger.

10. Deberá utilizar el sistema de arrodillamiento o escalón de cortesía según sea el caso cuando sea solicitado por el usuario.

11. La hora de salida del depósito, así como la hora de salida de terminal, deberá ser en apego al programado en la corrida que se este laborando. podrá ser modificado únicamente por indicaciones de un mando superior.

12. Al salir del Depósito e incorporarse a su Línea de trabajo, deberá llevar indicado la Terminal de destino **se dará servicio** a la persona que lo solicite, para ello se debe encontrar- en las paradas oficiales para tal fin, indicándoles el destino del recorrido.

13. Al llegar a la parada y al estar en alto total, deberá estar pendiente en el entorno antes de operar las puertas.

14. Al realizar el ascenso y descenso de los usuarios, vigilara por medio de los espejos retrovisores la operación y al estar seguro al cerrar las puertas antes de avanzar, observando la circulación y los usuarios del camino.

15. En caso de ser necesario, durante el desempeño de su jornada y por necesidades del servicio, seguirá las instrucciones del Regulador de Paso o jefe de Terminal para cumplir con otra ruta o destino.

16. Tratar a los usuarios del servicio con la debida atención y cortesía, proporcionar la información que soliciten sobre horarios, ruta, lugares de importancia y lugares de transbordo de la línea (nunca olvidando que es un Servidor Público).

17. Conforme al reglamento de tránsito CDMX artículo 38 inciso “D” y reglamento interior de trabajo artículo 59 inciso “H”, queda prohibido manipular teléfono celular o cualquier dispositivo de comunicación o de audio, (audífonos, manos libres, radios, pantallas) así como el ingerir alimentos mientras el vehículo este en movimiento.

18. Realizar las paradas de ascenso y descenso en los puntos oficiales haciendo alto total a una distancia de 30 cm de la banqueta sin poner en riesgo al usuario, En caso de que el usuario sea una persona con discapacidad o movilidad limitada utilizara el arrodillamiento, si el trolebús cuenta con este

sistema, desplegara la rampa, para dar accesibilidad exclusivamente a personas en silla de ruedas con el fin de facilitar su ascenso y lo invitara a colocarse el cinturón de seguridad. Así mismo le indicará al discapacitado que el trolebús cuenta con asientos reservados para su uso.

19. No permitir que personas ajenas o del propio servicio manejen la unidad a su cargo. Excepto Instructores para verificar alguna falla o prueba de la unidad (personal de apoyo en la oficina de Instrucción operativa, jefes de Terminal).

20. Cuando el Operador ingrese con carro malo inmediatamente tendrá que proporcionar al Expedidor la clave otorgada del CC, supervisor o auxilio vial. Las unidades antes de ingresar al Depósito por rendir y/o carro malo y/o dentro del mismo realizaran los traslados en modo autonomia (Batería), para evitar riesgos en la línea elevada.

21. En el desempeño de su trabajo y por seguridad no permitirá el ascenso a personas en estado de ebriedad, cancioneros, vendedores, personas con mascotas sin justificación médica o que lleven materiales peligrosos.

22. Durante el desempeño de la jornada **no cambiará de ruta, ni de bandera** sin autorización y no realizará regresos que no estén autorizados por el supervisor operativo, jefe de terminal o regulador de paso.

23. Compartir el carril conforme al esquema de movilidad (ciclista) respetando los espacios designados por la secretaria de movilidad, teniendo como **prioridad de paso siempre al peatón** apegándose al Reglamento de Tránsito, “Artículo 2”.

24. Deberá de reportar las fallas y desperfectos que encuentre en el trolebús a su cargo en el formato F.OP. 84 al ingresar de la calle al depósito, reportándose con el expedidor en turno y en caso de rendir con carro malo deberá requisitar correctamente dicho formato, así como trasladar la unidad al taller correspondiente para su reparación.

25. Ceder el paso a personas con alguna discapacidad, peatones, comitivas organizadas, filas escolares o manifestaciones.

26. En caso de falta de relevo, al llegar a la Terminal próxima, notificará en forma inmediata al jefe de Terminal, la falta de este se comunicará al CC para avisar y posteriormente a la división para pedir instrucciones a seguir.

27. Cuando el operador que rinde y por alguna circunstancia (falta de corriente, manifestación, carro malo etc.,) no pueda llegar al lugar del relevo, llamara al Centro de Comunicaciones para pedir instrucciones.

28. No deberá ser acompañado en sus horas de trabajo de: familiares, adultos, niños y otras personas. (Artículo 59 inciso H, del reglamento interior de trabajo)

29. Ceder el paso a vehículos oficiales y de emergencia con sirena abierta (patrullas, ambulancias, protección civil, unidades del ejército, motocicletas de apoyo vial, vehículos de bomberos).

30. Tener precaución al rebasar unidades estacionadas especiales tales como: camiones que estén descargando combustibles, escolares, camiones con escalera telescópica que dan mantenimiento al alumbrado público y semáforos, así como unidades con exceso de dimensiones.

31. En líneas de carril compartido con ciclistas (Trole-Bici, Bus-Bici) deberá rebasar al ciclista a una velocidad de 20 a 30 Km/h, con inercia, luz de faros encendida, pie al freno y anunciarse con el claxon de baja según se requiera, a una distancia lateral de 1.5 metros.

32. En cruceros de ferrocarril: hacer alto total, voltear hacia ambos lados y cuando esté seguro de que no se aproxima ningún tren, pasar con precaución y bajo la línea elevada en la medida de lo posible.

33. Al ir circulando, guardar su distancia de seguridad con el vehículo de adelante, así como los posibles cortes de circulación aplicando siempre el **Manejo a la Defensiva.**

34. Guarde una distancia de 200 metros (aproximadamente 2 cuadras) con el trolebús que va adelante. (Artículo 59 inciso E, reglamento interior de trabajo). Queda prohibido hacer convoyes.

35. Rebasar sólo en caso necesario y cuando se esté absolutamente seguro de poder realizarlo, cuando no lo pueda realizar en modo trolebús, el operador de la corrida en punta reportará al C.C., las unidades serie 20000 utilizaran modo Autonomia (batería) para pasar el obstáculo sin necesidad de reportarse al C.C. e inmediatamente conectarse en donde la vialidad permita seguridad en la maniobra a modo Trolebús.

36. Portar su licencia en original y/o digital mostrarla al Auditor, Supervisor Operativo, jefe de Terminal y/o Despachador-Expedidor e Instructor cuando le sea requerida.

37. Prohibido el uso de cortinas.

38. Debe observar frecuentemente los instrumentos de medición en particular el barómetro y voltímetro que estén en sus rangos de operación y en caso necesario reactivarlos, (cada vez que llegue a un semáforo en alto). Cuando presenten algún indicador de falla en el tablero (testigo), deberá reiniciar la

unidad apagándola por espacio de 3 minutos y realizar el encendido nuevamente(al llegar a un semáforo o en terminal) si continua la falla se reportara al CC , para recibir instrucciones.

39. En un accidente, no se retire y auxilie al o los lesionados y repórtese al C. C. (la aseguradora no se responsabiliza si se abandona el lugar de los hechos).

40. Al llegar a la terminal deberá hacer alto total activar freno de estacionamiento, tracción en neutro y atender las indicaciones del jefe de Terminal. Si el trolebús presentará alguna falla avisar inmediatamente al jefe de Terminal; en caso omiso será sancionado.

41. Al rendir en el Depósito, deje la unidad en el lugar que se le indique en posición de estacionado freno de estacionamiento activado, selector de marcha inhibido (en neutral “N”), y toda la botonera en posición de apagado, puertas cerradas con presión de aire y ventanillas cerradas.

42. Si al rendir en el Depósito la unidad presenta falla dará aviso al Expedidor, requisitará el formato F OP. 84, reportando las fallas encontradas y trasladándolo al área de Mantenimiento correspondiente (Llantas, Eléctrico, Carrocerías).

43. En caso de incidente o novedad, realizar dentro de los primeros 4 días posteriores al suceso su informe en el formato F.OP.82 o F.OP:04 correspondiente y dirigirlo a la Subgerencia de Transportación de adscripción y enviar copia a la Gerencia de Transportación Trolebuses y representación sindical.

44. En caso de accidente, durante su jornada laboral, informará al Centro de Comunicaciones (C. C.), para pedir instrucciones y número de parte. Informará al Jefe de Depósito de los hechos llenando el formato F. OP.82.

45. Los operadores que rinden sobre la línea lo deberán hacer en el viaje que indica el programa de transportación y en caso de coincidir con el lugar en sentido contrario y siendo la hora del relevo lo deberá hacer por necesidades de la continuidad del servicio sin importar sea de subida o de bajada “el operador que no sea relevado podrá laborar un tiempo máximo de 3 horas” (cláusula 29 del Contrato Colectivo de Trabajo).

46. Los operadores de turnos B y C deberán presentarse a la hora y en el lugar de relevo establecido, si por necesidades del servicio la corrida rindió en sentido opuesto al señalado (Al revés), será obligación del operador realizar dicho relevo.

47. Los relevos deberán realizarse conforme al programa vigente establecido. (lugar y hora).

48. Mantenerse informado de las circulares y avisos que genere la Dirección Ejecutiva de Transportación, Gerencia de Transportación Trolebuses y Subgerencias de Transportación Tetepilco y Aragón (en tableros de aviso) dando cabal cumplimiento a lo que en ellas se indique.

49. El operador del TB sacará su cuenta una hora antes, basándonos en la cláusula 32 del contrato colectivo de trabajo.

50. Es obligación del operador proporcionar al Expedidor los datos relacionados a la unidad que le es asignada, como kilometraje al salir y al ingresar al depósito, así como introducir datos a dispositivos electrónicos que se encuentren en la unidad para efectos de registro y comunicación. También será responsable del buen uso y conservación de utensilios, equipo y demás enseres confiados durante su jornada (extintor, llaves, letreros, equipo de higiene o seguridad etc.), al término de su jornada se entregarán a su relevo o Expedidor en turno.

51. Queda prohibido a los operadores transportar **motocicletas, motonetas y bicicletas de uso personal** en la unidad durante su jornada de trabajo.

52. Queda prohibido hacer mal uso de los dispositivos con que cuenta la unidad (anunciador de paradas, display de velocidad, cámaras de video vigilancia, tablero de instrumentos de viaje, botón de emergencia de liberación de puertas (botón 89), inhibidor de carga de baterías, botón de retro alimentación del freno eléctrico y defroster “desempañador” cuando se abandone la unidad temporalmente y/o se encuentra en modo batería etc.).

53. Cuando haya necesidad y autorización para la retracción de postes colectores de forma automática, será obligación del operador retraer ambos automáticamente cuando la unidad se encuentre en alto total, en vertical a la línea elevada, esperar a que concluya la función hasta que el monitor regrese a su estado de origen “tablero de viaje”, con ello se evitaran daños en dicho sistema.

54. Es obligación del operador elevar la suspensión de las unidades cuando se encuentre (topes altos, rampas, vados, bolardos, inundaciones etcétera) manteniendo una aceleración no mayor a 5 km/h.

55. Por la necesidad de prestarse el servicio en forma regular y continua, el operador de planta o extra podrá laborar en cualquiera de las líneas y depósitos que conforman la Red del servicio en STE, así como la operación de las diferentes series de trolebuses con que cuente la empresa.

56. Durante la prestación del servicio realizando queda prohibido descender de la unidad sin autorización y/o justificación, así como ingerir alimentos durante su recorrido.

57. Verificar el correcto funcionamiento de la unidad y de encontrar alguna falla o anomalía reportarlo dentro del depósito al expedidor y en Línea al jefe de Terminal o al Centro de Comunicaciones.

58. Registrar en el validador de peaje las cortesías de acceso gratuito. En caso de detectar alguna falla en dicho dispositivo deberá reportar al Centro de Comunicaciones.

59. Circular máximo a 20 km/h en zonas escolares.

60. Circular con precaución en baches o tramos en mal estado de la vialidad con la finalidad de cuidar y conservar el parque vehicular.

6.3.Características de la conducción del operador de trolebús.

Un operador, es un servidor púbico que tiene como objetivo, conducir adecuadamente respetando al usuario, así como a las personas de la vía pública y demás conductores. Las características de un “buen” operador, deben ser:

- Conocer el Reglamento de Tránsito, respetando la normatividad que nos rige en la Ciudad de México.
- Conocer el Reglamento Interior de Trabajo.
- Tener los conocimientos técnicos sobre las diferentes series de unidades existentes en el organismo.
- Deberá conocer perfectamente las líneas y paradas de la red de trolebús de STE.
- El operador debe proporcionar un servicio eficiente y seguro a los usuarios, evitando hechos inesperados y/o fortuitos.
- Deberá esperar el ascenso y descenso de pasajeros.
- Operar la unidad correctamente.
- Prestar un servicio eficiente.

Recordando lo siguiente: **para que el usuario pueda aprovechar y disfrutar todas las ventajas tecnológicas del trolebús durante su viaje, es responsabilidad completamente del operador la correcta operación de la unidad.**

6.4. El operador eficiente y responsable.

El operador eficiente es aquél que aprovecha todos sus recursos de la manera óptima para prestar y garantizar una calidad en el servicio superior a la esperada por los usuarios. A su vez, es consciente de sus obligaciones, donde todas sus acciones tendrán una consecuencia, tanto favorable como perjudicial.

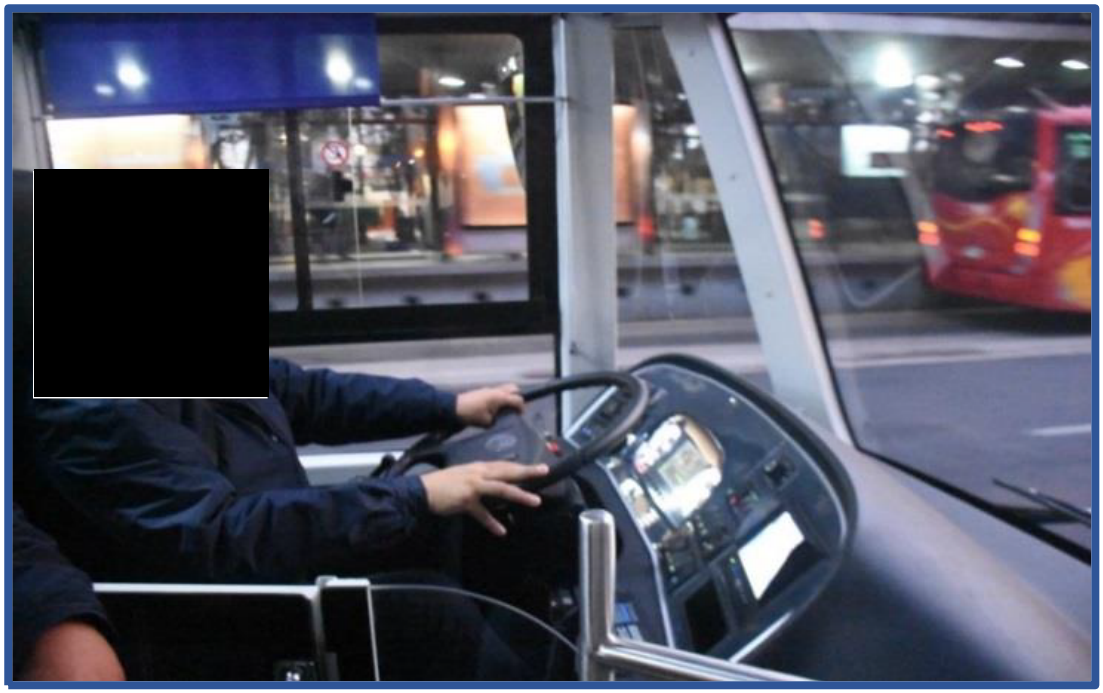


Ilustración 5 Instructor/operador de trolebús.

6.5. Cortesía en el trato al usuario

La cortesía y el buen trato es una característica que ha distinguido al Servicio de Transportes Eléctricos durante décadas, por ello se espera que todos los operadores cumplan con los más altos estándares en atención al usuario.

Entre las reglas, se destacan las siguientes:

- Contestar el saludo al usuario.
- Si el usuario lo solicita, proporcionarle información relevante de la operación y prestación del servicio de trolebús.
- En caso de que un usuario con discapacidad brindarle el apoyo necesario.
- Ante las provocaciones, malentendidos e incitación a la violencia, mantener siempre la calma, evitando cualquier conflicto en todo momento.

Recordando que todos son seres humanos, por lo tanto, **todos deben recibir el mismo trato;** sin discriminación por su género, raza, creencias, posición social, discapacidad y/o cual sea su condición. Así mismo, recalcando, el transporte es un derecho humano.

6.6. Atención a personas con discapacidad, tercera edad y mujeres embarazadas.

El operador debe de tener presente Los diferentes tipos de discapacidad de personas que transportamos, así como sus necesidades y riesgos que estos conllevan. Ante esto, el operador debe prestar especial atención y auxiliar, si lo requieren, en el ascenso y descenso del trolebús. (en especial a las personas con silla de ruedas)

Tipos de discapacidad:



- **Intelectual**
- **Física**
- **Psicosocial**
- **Mental**
- **Múltiple**
- **Sensorial (visual y auditiva)**

Ilustración 6 Tipos de discapacidad.

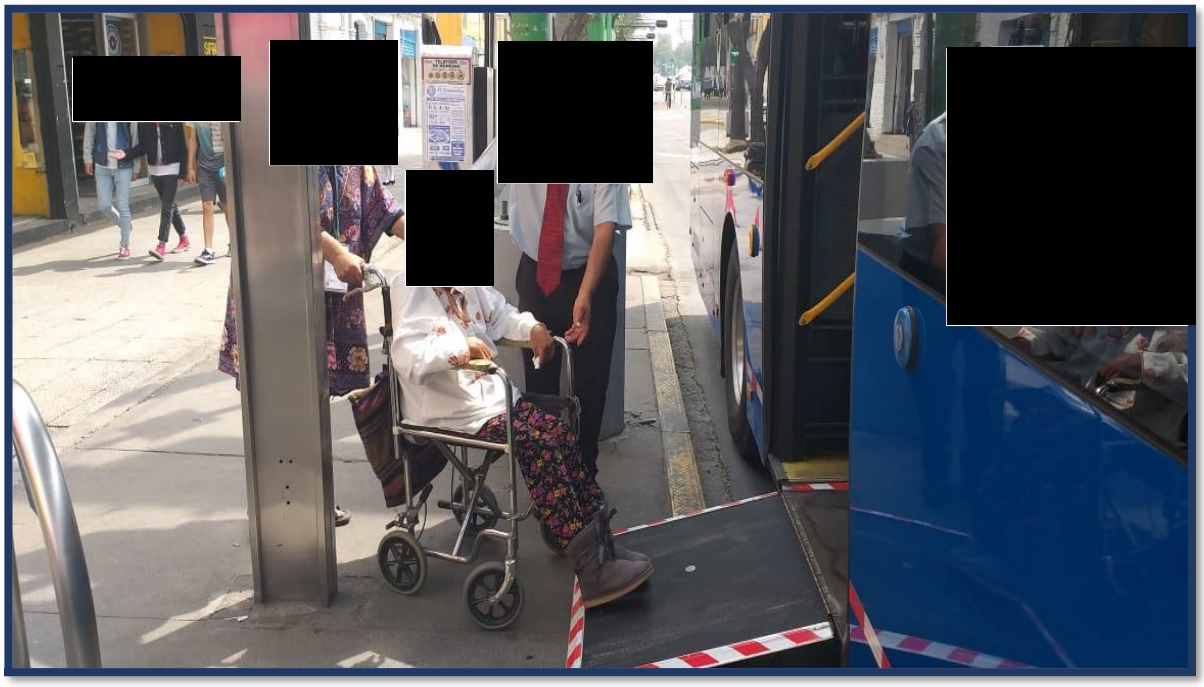


Ilustración 7 operador de trolebús auxiliando a persona en silla de ruedas.

6.7. Manejo a la defensiva

Es la técnica para manejar evitando accidentes a pesar de las acciones incorrectas de los demás conductores, y de las condiciones adversas como la unidad, del camino, climatológicas, del tránsito, de iluminación, etc.

El operador que maneja a la defensiva es uno que toma en consideración la falta de destreza y conocimientos de otros “conductores” y por qué no, también de los “peatones”.

El operador que maneja a la defensiva es uno que se prepara para a defenderse de los riesgos como:

- ✓ Condiciones Climatológicas,
- ✓ Condiciones de las calles o carreteras y,
- ✓ Errores o acciones no premeditadas de los demás conductores.

El operador que maneja a la defensiva cede el derecho de vía y hace otras concesiones para evitar cualquier accidente.

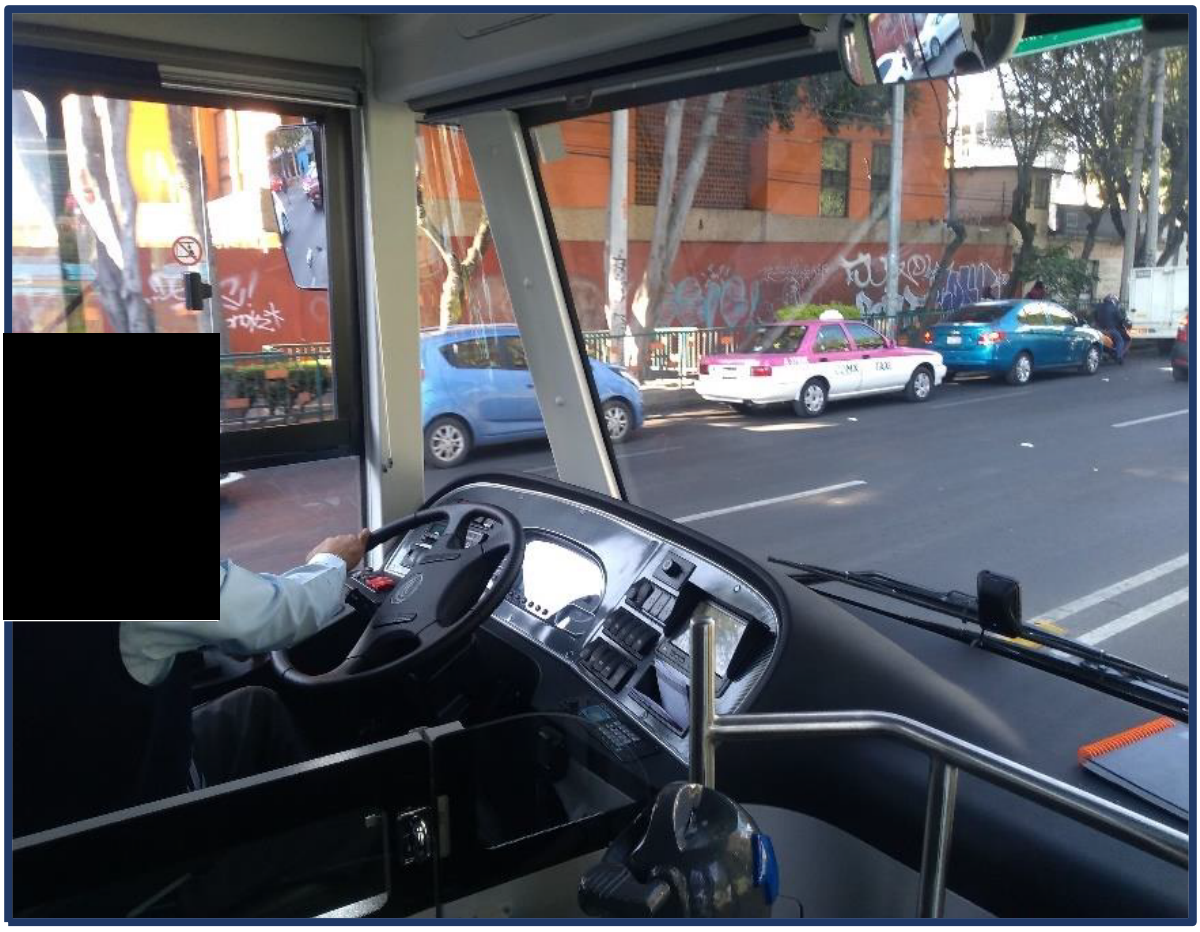


Ilustración 8 Operador de trolebús atento para cambio de carril

6.7.1 ¿Qué es un accidente de manejo?

Un accidente es un suceso imprevisto, no planeado y no deseado que provoca un daño, lesión u otra incidencia negativa sobre una persona u objeto.

Es un hecho fortuito, previsible y evitable, que se caracteriza por el acontecimiento de sucesos violentos que tienen como consecuencia; daños materiales (en el mejor de los casos), lesiones y por desgracia fallecidos".



Ilustración 9 Trolebús serie 20000 dañado después de accidente.

La mayoría nos consideramos buenos conductores y nos sentimos seguros y confiados tras el volante, con cuanta frecuencia ha escuchado decir: "No me digas como conducir, lo he hecho durante 20 años, conozco muy bien la línea y nunca he tenido un accidente", además conozco muy bien mi trolebús.



Ilustración 10 Trolebús serie 20000 impactado por vehículo por corte de circulación

Es por eso por lo que es necesario crearnos buenos hábitos de manejo que nos permita prepararnos, preparar nuestras unidades, anticiparnos y reaccionar a tiempo para minimizar el riesgo de una situación lamentable.



Ilustración 11 Trolebús serie 20000 después de impacto a más de 50 km/h.

Entre los errores más frecuentes que puede cometer el Operador de Trolebús, se encuentran:

a) Exceso de velocidad.
b) Ignorancia del reglamento y normas de tránsito.
c) Desobediencia de las señales de tránsito.
d) Falta de precaución.
e) Exceso de confianza.
f) Conducir en malas condiciones físicas y mentales.
g) Utilizar algún tipo de distractor al momento de la conducción.
h) Ignorar o no aplicar el correcto manejo a la defensiva.



Ilustración 12 Trolebús 20114 impactado en un poste en reversa.

Para lograr conducir a la defensiva, si revisamos como conducimos y revisamos nuestras actitudes, tal vez nos demos cuenta de que es necesario mejorar nuestros hábitos de conducción practicando los principios de manejo defensivo que consta, principalmente de tres aspectos:

6.7.2. ACTITUD – ESPACIO – VISIBILIDAD

1. ACTITUD

Involucra la preparación mental y decisiones que toma el conductor, antes y durante la conducción del vehículo, por ejemplo:

- ✓ Realice su revisión y preparación del trolebús antes de salir a servicio.
- ✓ Acate las leyes y normas de tránsito.
- ✓ No conduzca a exceso de velocidad.
- ✓ Aparte de usted toda distracción mental, física y humana.
- ✓ Conozca su ruta de antemano.
- ✓ Si está molesto, relájese.
- ✓ No discuta con otros conductores, no caiga en provocaciones.
- ✓ Si encuentra a un conductor enfurecido, no lo mire directamente a los ojos



Ilustración 13 Operación con todas las medidas de seguridad.

2. ESPACIO

Significa dejar tiempo y espacio de maniobrabilidad para evitar situaciones peligrosas. Mientras está detrás de otros vehículos, debe practicarse este principio.

Hay tres tipos de espacios a considerar:

- ✓ Espacio de seguimiento
- ✓ Espacio de parada
- ✓ Convoy (Efecto burbuja)

A continuación, se muestran las distancias mínimas de seguridad que un trolebús debe guardar con respecto a otro vehículo que circule delante de el, según la velocidad a la que circule.

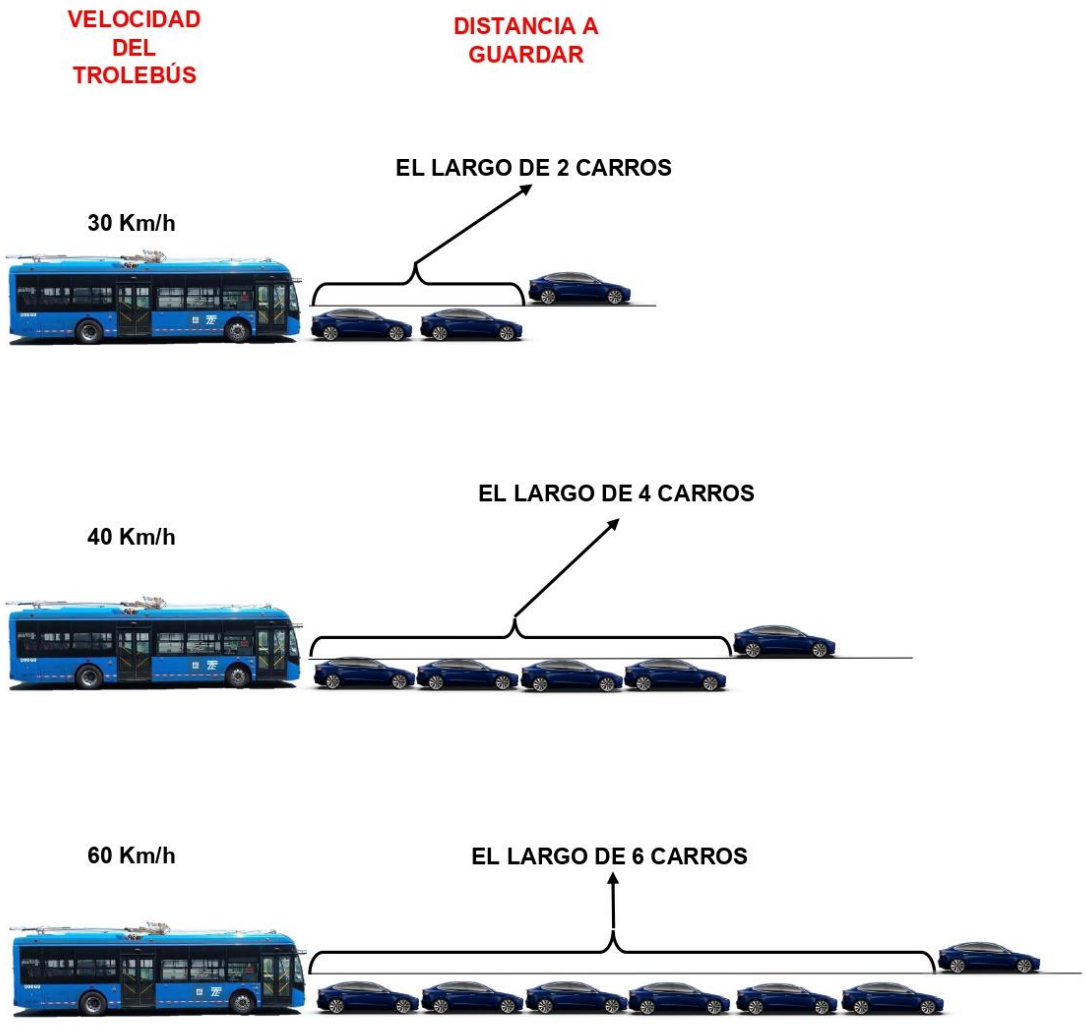


Ilustración 14 Representación de distancias mínimas de seguridad en movimiento.

A continuación, se muestran los metros que recorrerá un trolebús antes de siquiera poder accionar el pedal del freno, posteriormente se muestran los metros que recorre la unidad con el freno accionado antes de que la misma haga alto total.

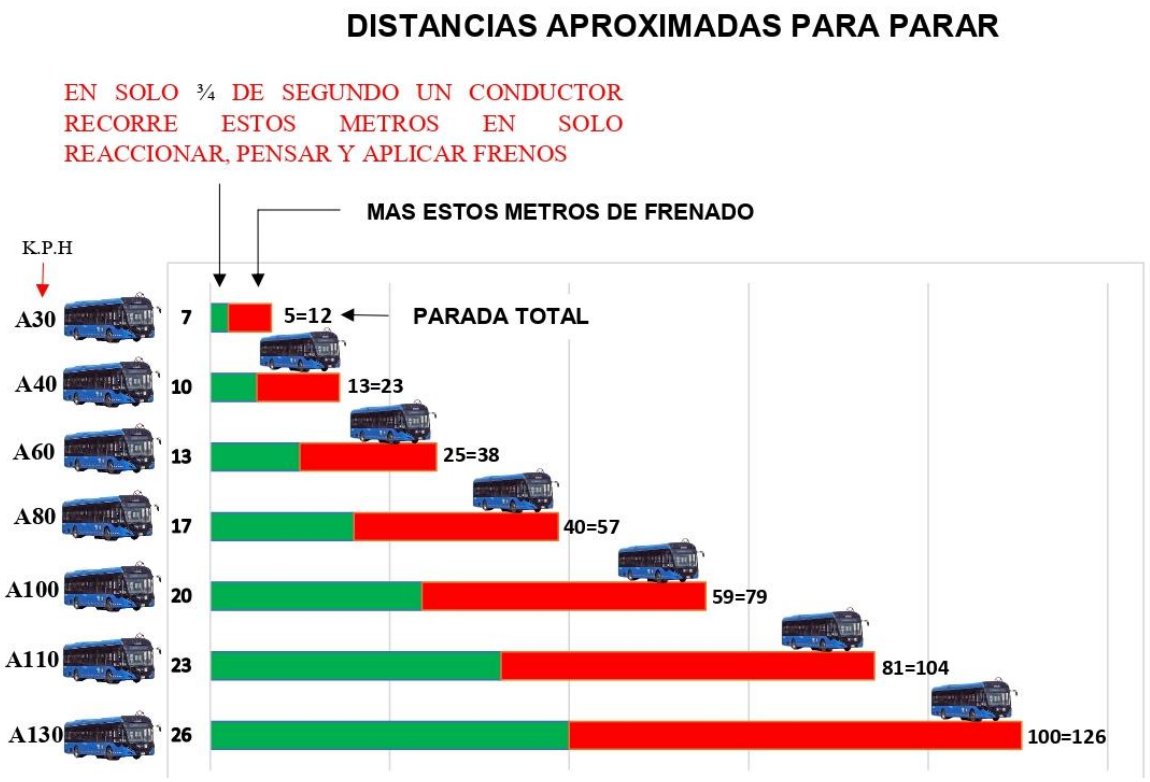


Ilustración 15 Distancias recorridas antes de frenar totalmente.

3.- VISIBILIDAD

La habilidad de manejar de manera segura está principalmente en lo que está en su mente, en que tanto piensa en lo que está a su alrededor. Para pensar y reaccionar claramente se necesita información y esa información la capta, casi toda a través de los ojos, esto es lo que se llama “Percepción Visual” lo cual no es más que la capacidad de notar varias cosas al mismo tiempo.

El **Sistema Smith** consiste en una serie de técnicas interrelacionadas para evitar accidentes. Todas son medidas de prevención y ayuda a los operadores a ver, pensar y actuar a través de los múltiples ambientes del tránsito.

La visibilidad involucra una técnica denominada, “Los cinco hábitos de visión”, Según el **sistema Smith,** el cual se describe a continuación:

Mire lejos hacia adelante.

Dirija sus ojos a lo lejos, observe el lugar en donde va a estar en poco tiempo. Vea y reaccione a problemas futuros antes de se conviertan en peligros inevitables. Vea hacia adelante a lo lejos, viendo en donde estará su vehículo en los próximos 15 segundos desde ese momento, cuando sea posible duplique su tiempo del punto de visión hacia adelante a 30 segundos, viendo tres cuadras hacia adelante en calles rectas y planas.

Tenga visión panorámica.

El operador necesita tener la información completa para tomar las decisiones correctas. La información que se necesita se encuentra no solo 15 segundos adelante, sino alrededor, use sus ojos para establecer un círculo de 360° de alerta constante. Mantenga una distancia de visión hacia delante de cuando menos 15 segundos mientras se mantienen atentos a lo que sucede a los lados y revise continuamente los espejos.

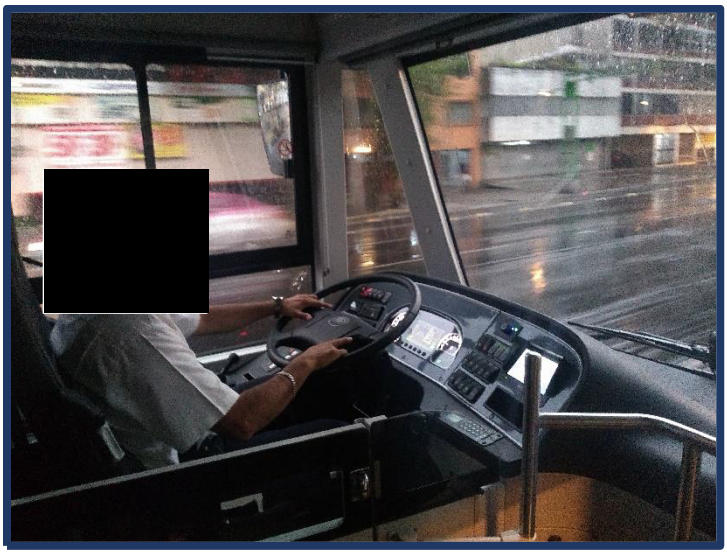


Ilustración 16 Operación con visión en el camino.

Mantenga sus ojos en movimiento

El obtener o mantener un panorama de amplia visión requiere de las técnicas apropiadas de observación, por lo que se necesita movimiento continuo de los ojos. El movimiento de los ojos activa todo su potencial visual y lo mantiene alerta del cambiante panorama. Revise uno o más de sus espejos cada 5 a 8 segundos, la selección de espejos debe estar relacionada con la situación y posición del tránsito.

Visualice siempre una ruta de salida

El usar los ojos de manera apropiada le da tiempo para tomar decisiones. Además del tiempo, se necesita espacio, el cual es la salida, es su colchón y una ruta de escape de lo visible.

El operador deberá hacerse de un colchón de espacio alrededor de su vehículo, ajustando su velocidad y escogiendo el carril en que la menor cantidad de objetos pueda invadir su espacio.

Asegúrese de que otros lo vean

La amplia visión incluye a la gente que puede o no estar consciente de su parecencia, pero que deben de estarlo. Para conseguirlo deberá de hacer contacto visual ya sea usando el sonido del claxon, haciéndolo de una forma amable, usando las luces altas, las luces de freno.

Los operadores de trolebús deberán mantenerse atentos para alterar sus planes en conducción rápidamente, ya que si sus señales no son atendidas deberá usar el colchón de espacio como su alternativa de salida.

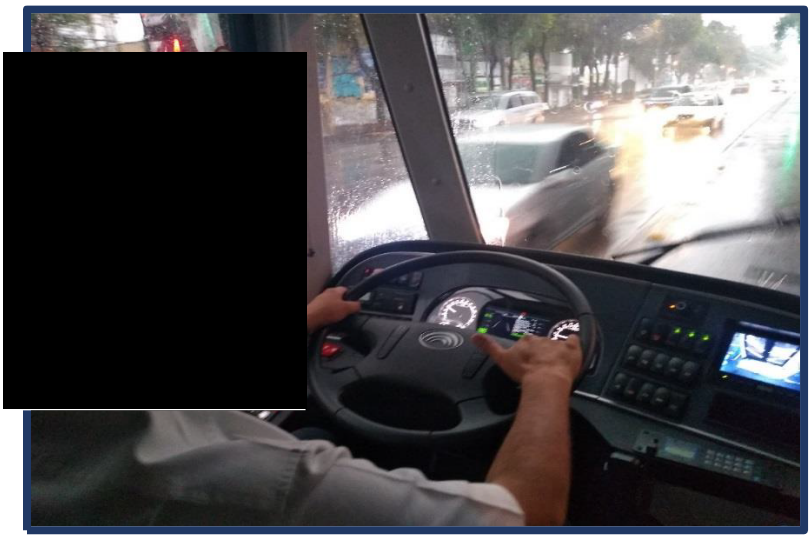


Ilustración 17 Uso de juego de luces y claxon.

6.7.3. Peatones – Ciclistas – Motociclistas

El operador de trolebús deberá tener presente en el día a día, los puntos básicos del manejo a la defensiva, con esto lograra salvaguardar la integridad física de **peatones, ciclistas y motociclistas** que transitan por las vialidades donde circulan las unidades de este modo de transporte.
Por lo anterior es importante que sigan al pie de la letra las siguientes recomendaciones:

- ✓ Manejar en apego a las normas establecidas en el Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México tomando en cuenta el artículo 38, Inciso D, donde está prohibido manipular el teléfono celular al manejar.
- ✓ Nuevo reglamento de la SEMOVI (artículo 22, 23 y 24)
- ✓ Respetar el señalamiento horizontal y vertical.
- ✓ No invadir la zona para el tránsito peatonal en las intersecciones (Cebras), deteniendo la unidad antes de las mismas. Anunciarse con el claxon cuando:
- ✓ Algún peatón pretenda cruzar la calle.

- ✓ Algún ciclista circule por el carril confinado o de transporte público.
- ✓ Algún motociclista circule por el carril confinado o de transporte público.
- ✓ Algún peatón, ciclista o motociclista pretenda realizar alguna maniobra que ponga en riesgo su integridad física.
- ✓ Rebasar a un ciclista y/o motociclista cuando se presente el caso, siempre por la izquierda, reduciendo la velocidad para garantizar la seguridad de ambos, tratando de mantener una distancia de 1.0 metro al momento del rebase.
- ✓ Evitar pasar una intersección con luz roja en el semáforo.
- ✓ Dar preferencia a peatones, ciclistas y motociclistas cuando éstos crucen la calle y/o circulen por el carril confinado, según sea el caso.
- ✓ Al transitar por los carriles confinados, hacerlo con los faros encendidos, luces de navegación e intermitentes, para ser perceptibles con mayor facilidad. Al realizar el ascenso – descenso de usuarios, deberá hacerse a una distancia no mayor a 30 cm. de la banqueta, para evitar que algún ciclista o motociclista rebase por el lado derecho de la unidad, poniendo en riesgo a nuestros usuarios.
- ✓ Manejar a la defensiva, previendo posibles errores o acciones no premeditadas por parte de peatones, ciclistas y/o motociclistas que pongan en riesgo su seguridad.
- ✓ Ceder el paso a peatones, ciclistas o motociclistas, en caso de alguna obstrucción que los obligue a caminar y/o a circular por los carriles confinados.
- ✓ Cerciorarse de que no haya peatones, ciclistas o motocicletas en la parte posterior de la unidad, si se tiene necesidad de realizar alguna maniobra en reversa.

6.7.4. Convivencia con el ciclista

El 80% del espacio público en nuestra ciudad se forma por calles pensadas para vehículos automotores. En respuesta, la Ley de Movilidad de la CDMX busca destinar más espacio a peatones y personas en bicicletas, con el fin de mejorar la calidad de vida a través de una movilidad eficiente.



Ilustración 18 Ciclistas en carril compartido.

Por tal razón se ha incrementado el número de personas que han comenzado a usar **bicicleta como medio de transporte en la CDMX**



Ilustración 19 Ciclistas en eje 2 sur.

Ciclovía y Trole-bici.

Ciclovía : Son carriles exclusivos los que están destinados únicamente a la circulación de bicicletas. Pueden estar separadas del resto de vehículos únicamente por marcas en el pavimento **(ciclo carriles)**, o bien valiéndose de algún tipo de confinamiento físico que evita que los automóviles los invadan **(ciclovías)**. Estas se encuentran en líneas 4 y 6 Calz. Camarones



Ilustración 20 ciclistas dentro de ciclovía.

Trole-bici: En la CDMX trolebuses y bicicletas comparten carriles exclusivos, ejes viales y avenidas tienen el carril derecho habilitado para transporte público y ciclistas. En este caso, se deberá garantizar que el carril sea lo suficientemente ancho (al menos 4.3 m.) para que, en posición secundaria, el ciclista pueda ser rebasado por el trolebús y mínimo quede a un metro de distancia de separación entre ambos.



Ilustración 21 Carril trole bici.

Estos se encuentran en las siguientes líneas.

L1 Corredor cero emisiones, Central del Norte – Central del Sur.
L2 Corredor cero emisiones, Metro Pantitlán – Metro Chapultepec.
L3 Corredor cero emisiones, Museo de STE – Metro Mixcoac.

El operador deberá considerar los siguientes puntos para asegurar una circulación segura tanto del ciclista y el trolebús.

- Mantener una distancia de 2.0 m. como mínimo con el ciclista.
- Usar el claxon de baja intensidad (cascabel) como medida preventiva con el ciclista y hacer sonar este de preferencia unos metros antes de rebasarle.
- Al realizar el rebase mantener una distancia de 1.5 m. con el ciclista, en la medida de lo posible, disminuir la velocidad, vigilarlo en todo momento y tomar las precauciones necesarias.
- Solo utilizar el claxon de alta intensidad (corneta) en el caso extremo, cuando veas distraído al ciclista.

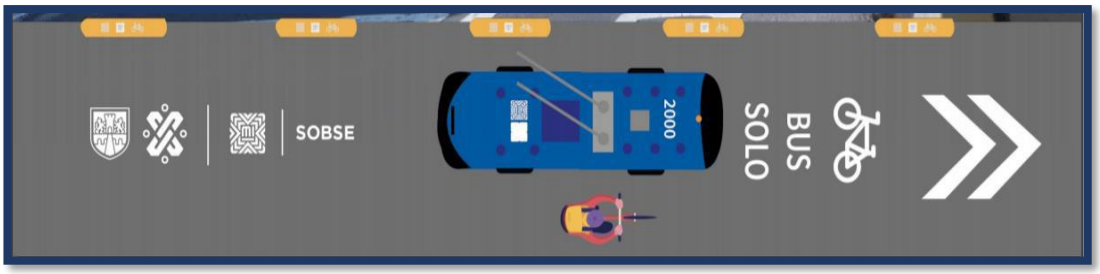


Ilustración 22 Carril trole bici.

7. Unidad de trolebús

7.1. ¿Qué es un trolebús?

El trolebús es un vehículo impulsado por un motor eléctrico, alimentado por una línea elevada que consta de dos cables aéreos, positivo izquierdo y negativo derecho, de donde toma la energía a 600 volts de corriente directa mediante dos postes colectores, además de contar con neumáticos de caucho que le permiten una movilidad lineal de rodada limitada.

7.2. Características y diferentes series de trolebús

La flota vehicular de las nuevas unidades del Servicio de Transportes Eléctricos son 425 trolebuses Yutong sencillos y articulados y 20 trolebuses 9000 Masa Mitsubishi.

A continuación, se muestran las características básicas de las diferentes series de Trolebús Yutong.

CARACTERÍSTICAS DEL TROLEBÚS Modelo del Vehículo ZK5120C

Imagen	Características operacionales	
 **Ilustración 23Trolebús sencillo 12 m**	**Serie**	20000, 22000 y 23000
	Marca	Yutong
	Modelo	ZK5120C
	Año	2020, 2022 y 2023
	Largo	12.00 m
	Ancho	2.55 m
	Altura	3.70 m
	Peso vacío	12,900 kg
	Peso bruto vehicular	18,000 kg
	Asientos	28 + 1
	Pasajeros pie	57
	Pasajeros totales	85
	Velocidad máx.	60 km/h
	Velocidad máx. reversa	16 km/h
	Neumáticos	295/80 R22.5
	Número de ejes	2
	Origen	Chino
	Cantidad de unidades	268

Tabla 1 Características operaciones trolebús serie 20000, 22000 y 23000.

CARACTERÍSTICAS DEL TROLEBÚS Modelo del Vehículo ZK5180C

Imagen	Características operacionales	
	**Serie**	21000,24000
	Marca	Yutong
	Modelo	ZK5180C
	Año	2021 y 2023
	Largo	18.00 m
	Ancho	2.55 m
	Altura	3.77 m
	Peso vacío	18,100 kg
	Peso bruto vehicular	28,200 kg
	Asientos	36 + 1
	Pasajeros pie	106
	Pasajeros totales	142
	Velocidad máx.	60 km/h
	Velocidad máx. reversa	5 km/h
	Neumáticos	295/80 R22.5
	Número de ejes	3
	Origen	Chino
	Cantidad de unidades	152

Ilustración 24 Trolebús articulado 18 m

Tabla 2 Características operacionales trolebús articulado serie 21000 y 24000.

7.3. Partes y accesorios del trolebús

7.3.1.Serie 20000, 22000 y 23000

Lado exterior derecho.

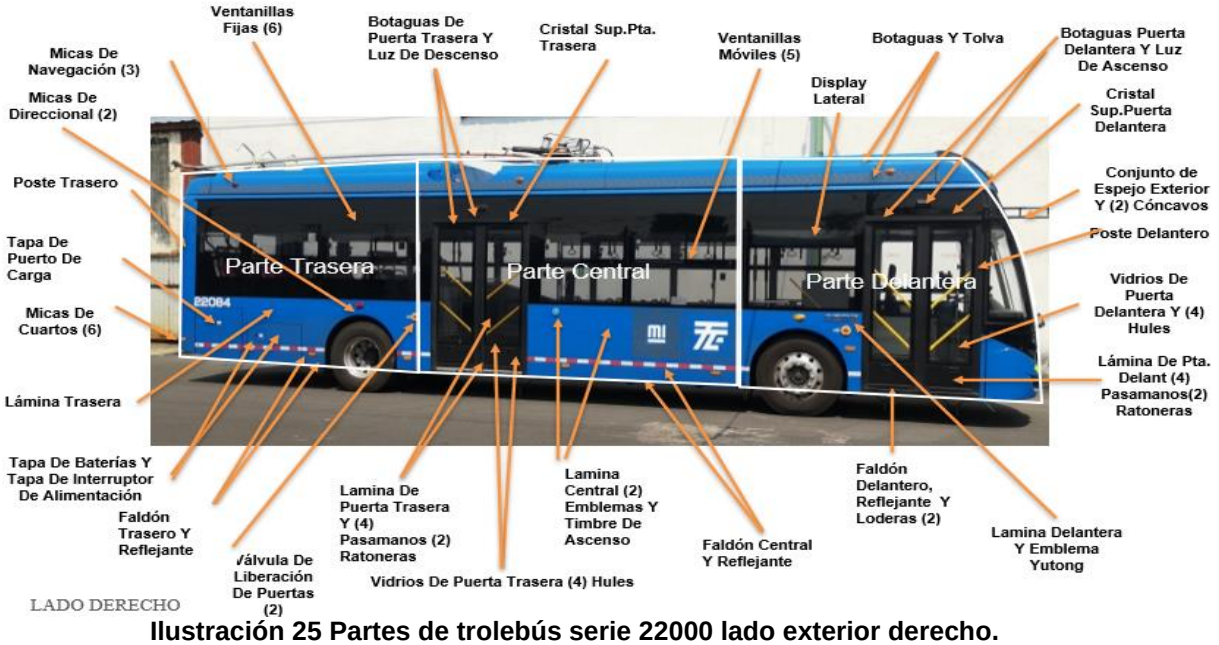


Ilustración 25 Partes de trolebús serie 22000 lado exterior derecho.

Parte posterior

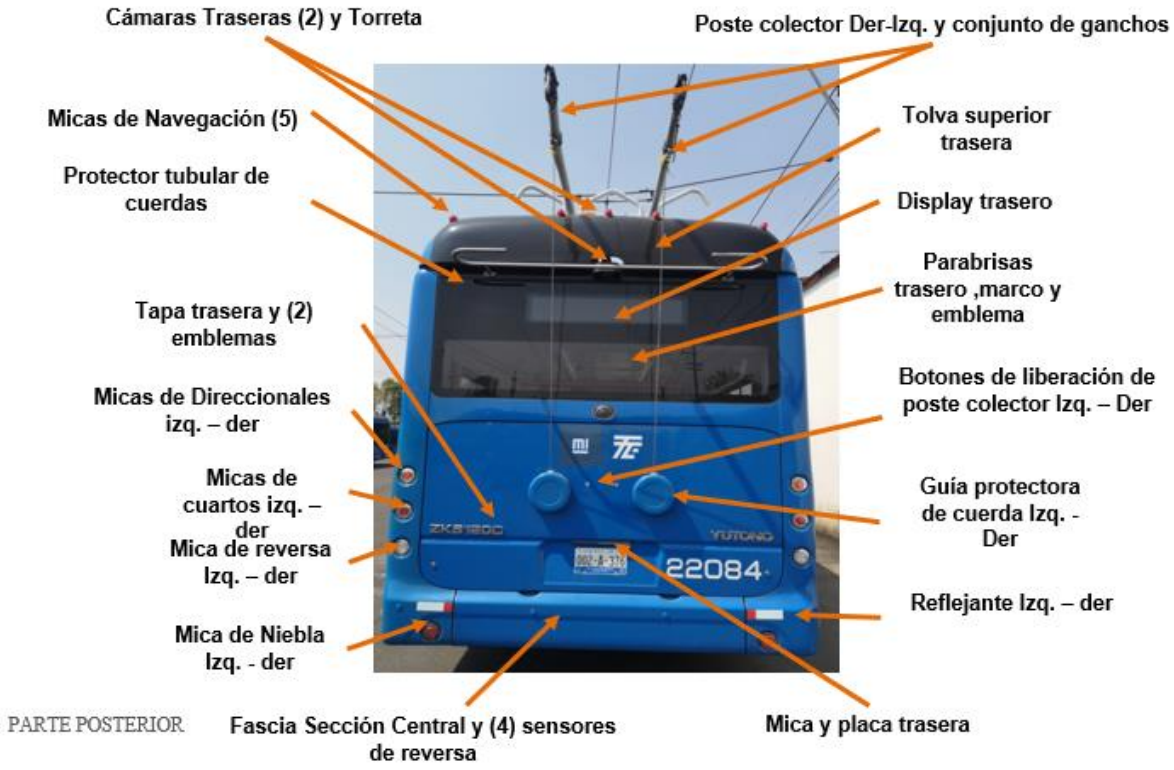


Ilustración 26 Partes de trolebús serie 22000 parte posterior



Ilustración 27 ambos tipos de sistemas de postes colectores

Lado exterior izquierdo.

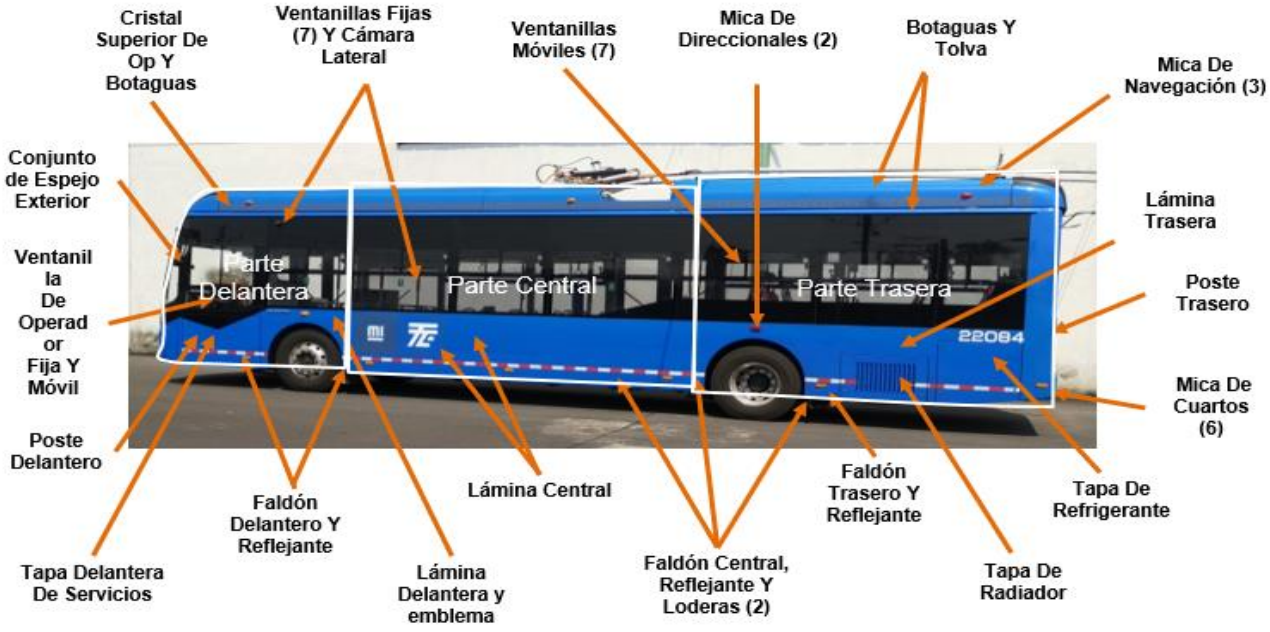


Ilustración 28 Partes de trolebús serie 22000 lado exterior izquierdo

Parte frontal.

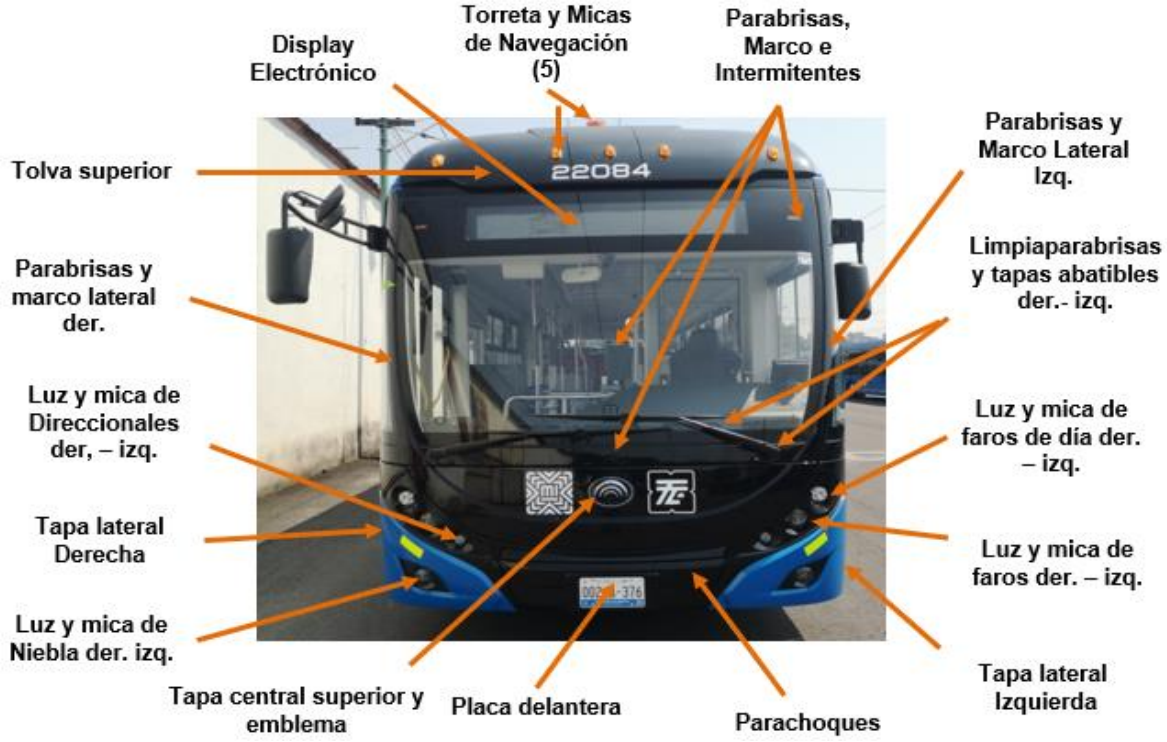


Ilustración 29 Partes de trolebús serie 20000 parte frontal

Tableros e instrumentos de medición.



Ilustración 30 Botonera superior izquierda trolebús serie 20000



Ilustración 31 Botonera izquierda trolebús serie 20000



Ilustración 32 Botonera Derecha inferior trolebús.

Nota: El botón “89” se encuentra a un lado del pedal de aceleración.



Ilustración 33 Botonera derecha trolebús serie 20000

Nota: En series 22000, 23000 y 24000 algunos botones pueden variar de lugar

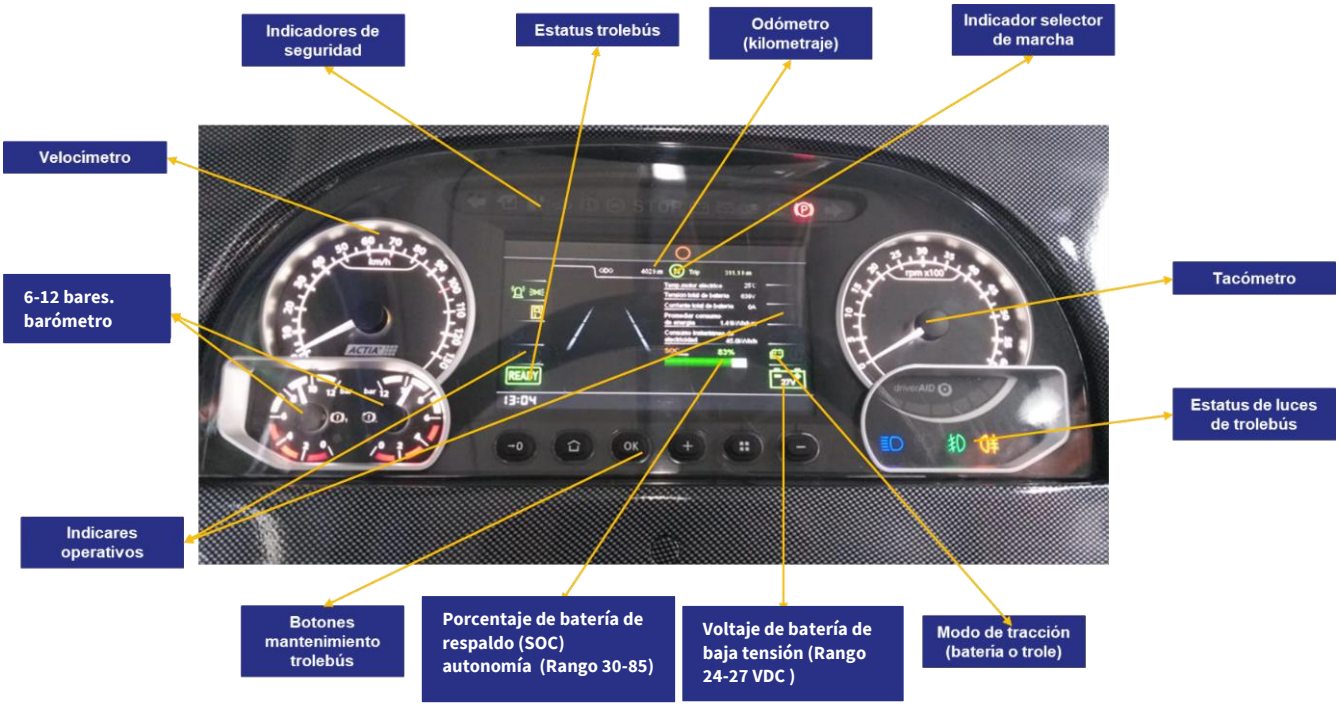


Ilustración 34 Panel de información trolebús serie 20000

Parte interior.

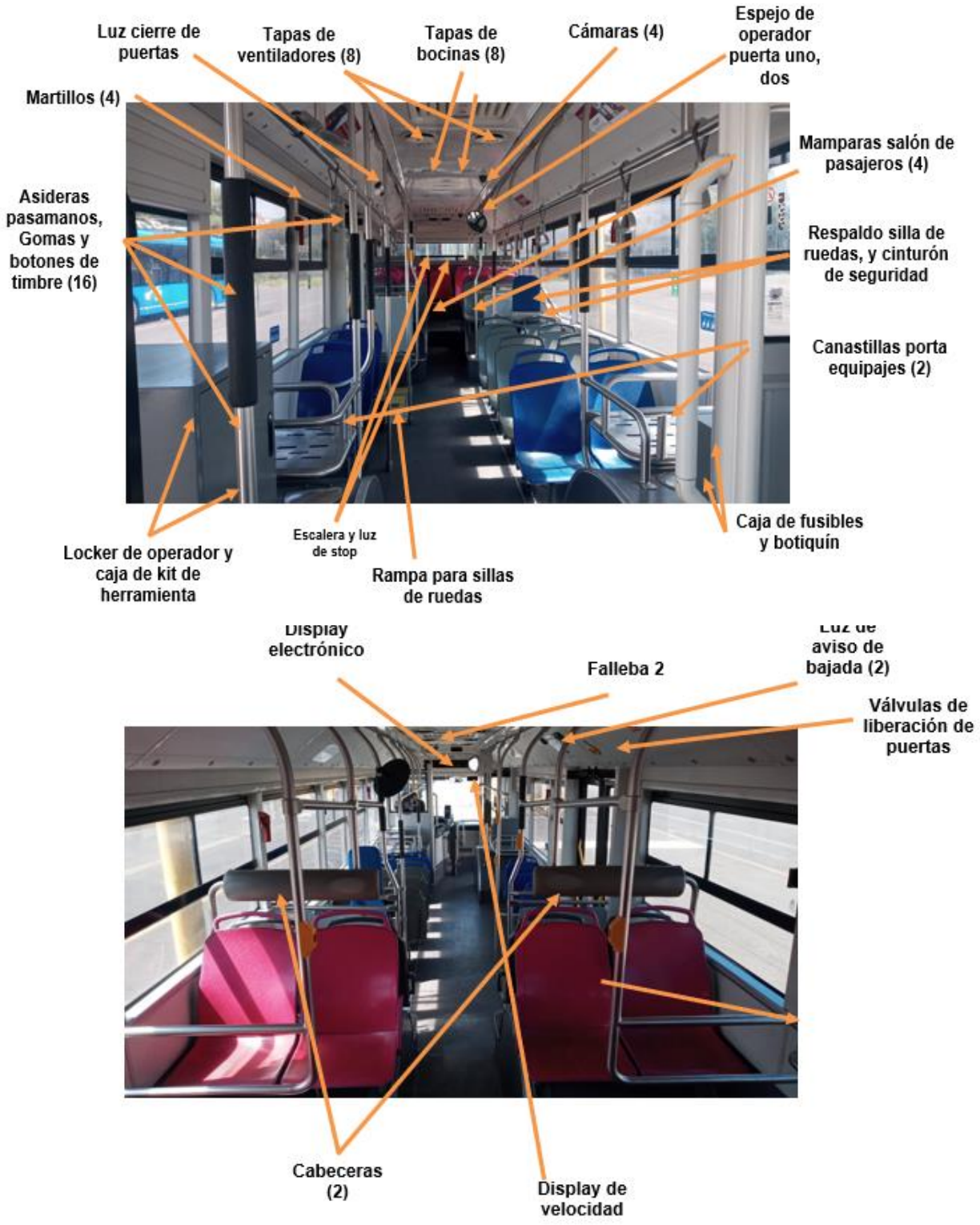
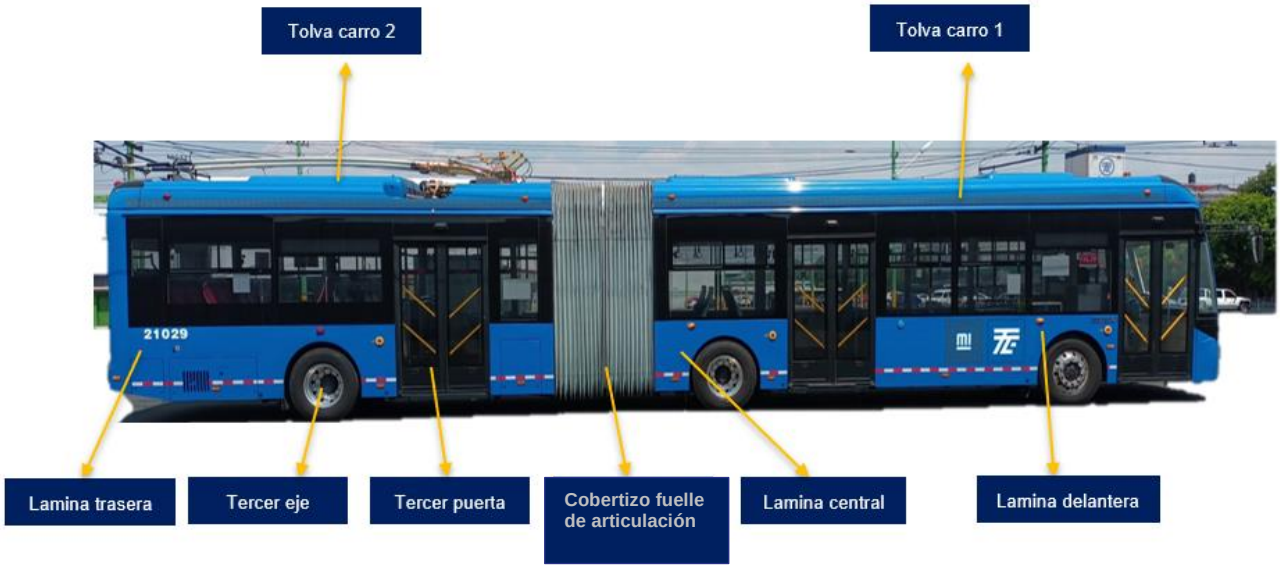


Ilustración 35 Interior trolebús serie 22000

7.3.2. Serie 21000 y 24000

Se agrega esquema con las principales diferencias respecto al trolebús sencillo



Lado derecho.

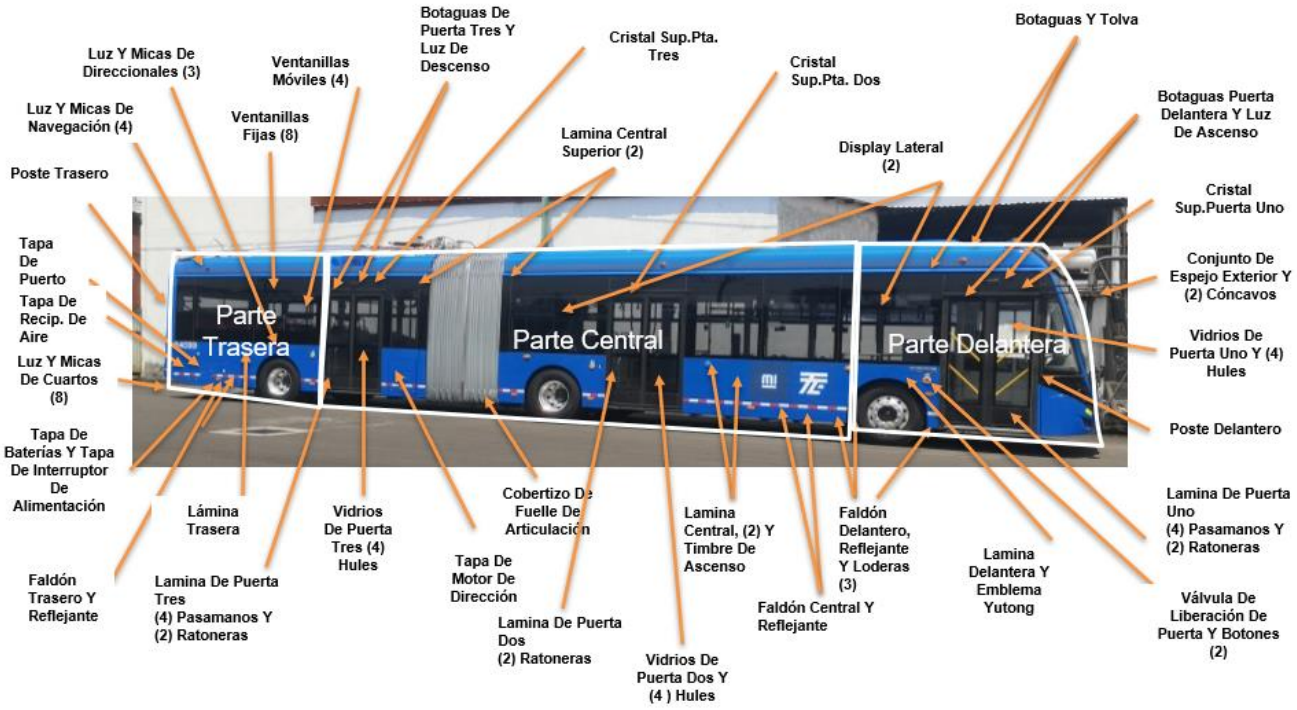


Ilustración 36 Lado derecho del trolebús articulado

Parte Posterior

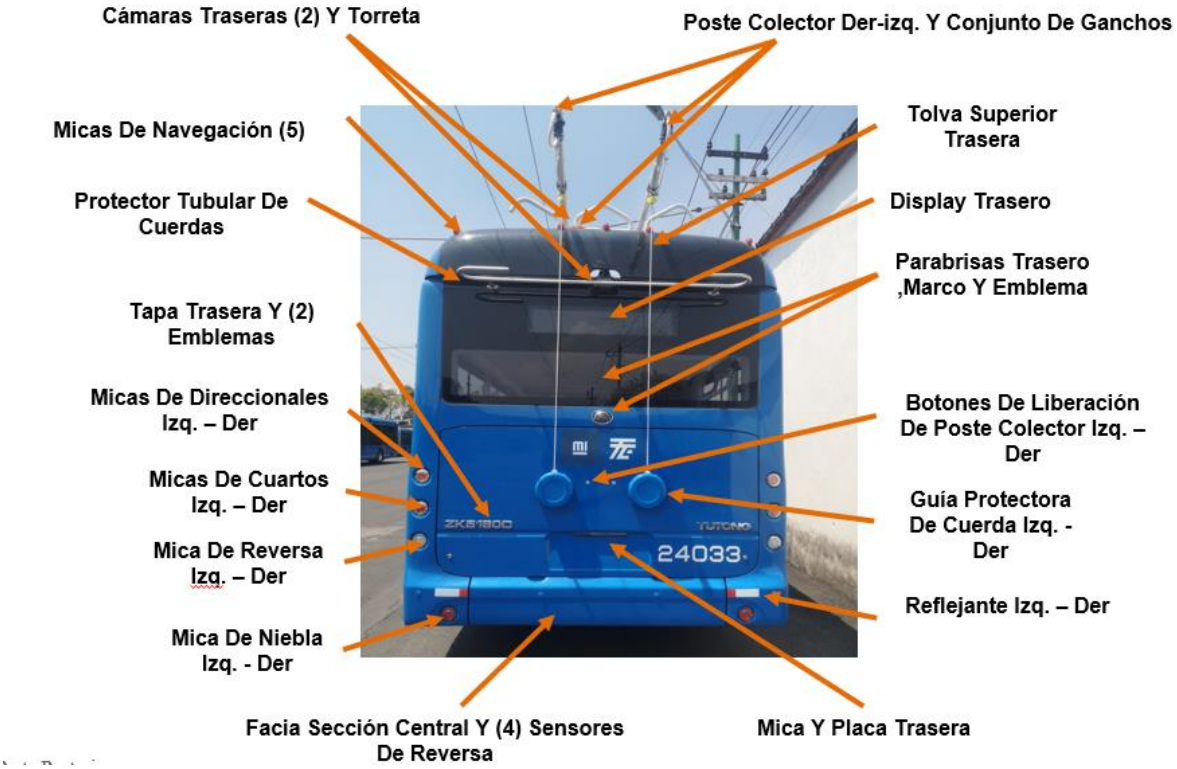


Ilustración 37 Partes de trolebús articulado parte posterior

Lado izquierdo.

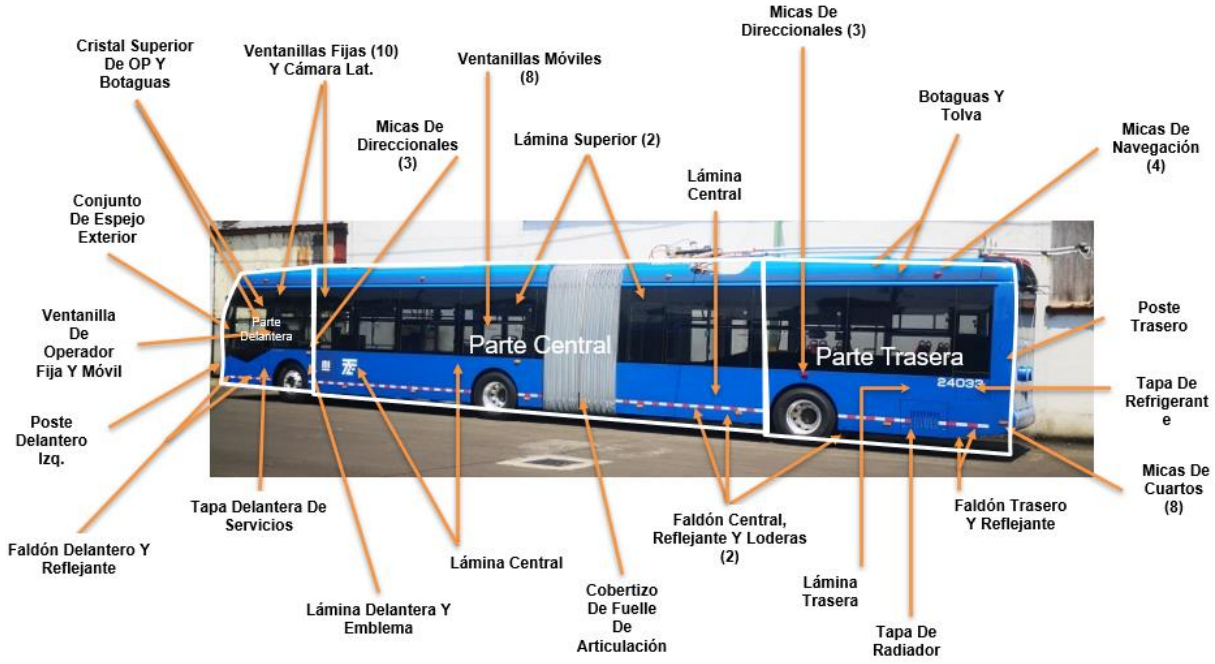


Ilustración 38 Partes de trolebús articulado lado exterior izquierdo

Parte frontal.

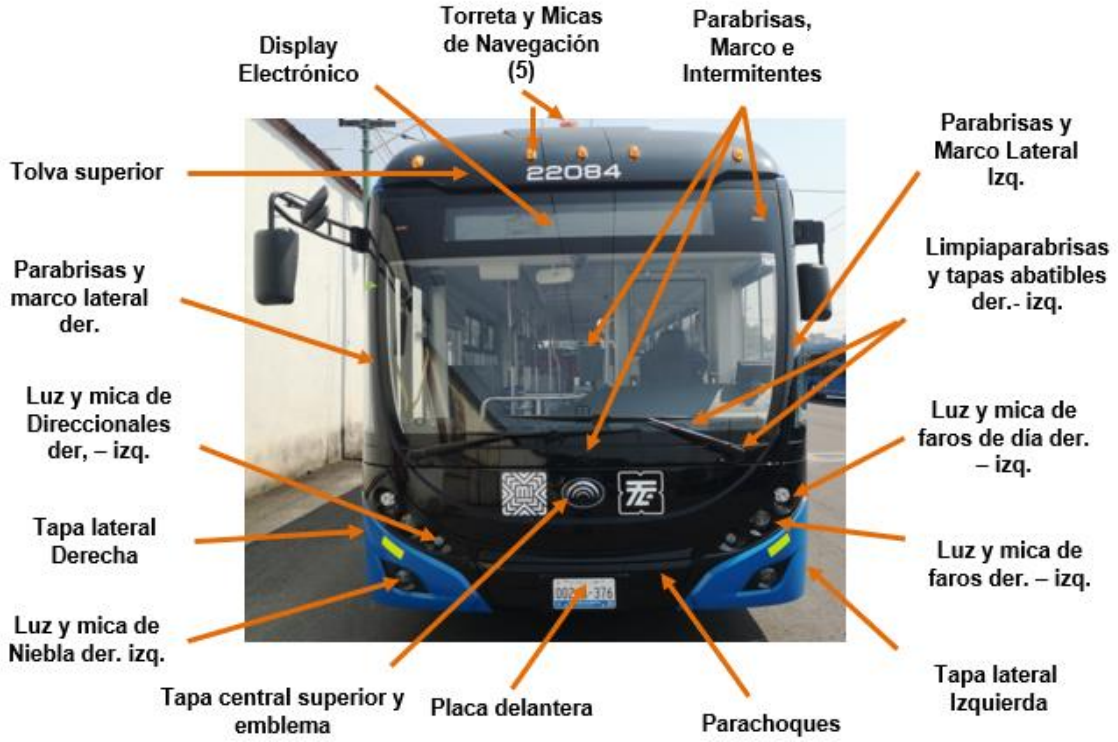


Ilustración 39 Partes de trolebús series 24000 igual al 20000 parte frontal.

Botones agregados en las series 21000 y 24000.



Zumbador

Botón para hacerse notar cuando se va a baja velocidad de 0 a 20km/h produciendo un ruido.

(cuando aparece el testigo indica que se encuentra desactivado)

Ilustración 40 Zumbador

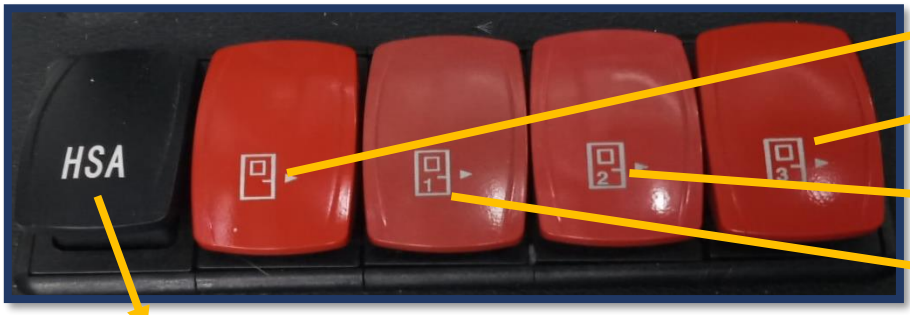


Liberador de bloqueo de articulación

Botón para desbloquear la articulación cuando se bloquea.

cuando se bloquea, se debe de dar marcha hacia adelante, la dirección en sentido contrario al bloqueo y realizado esto se debe de regresar a su posición original.

Ilustración 41 Bloqueo de articulación.



Apertura y cierre de las todas las puertas.

Apertura y cierre de la puerta 3 (trasera).

Apertura y cierre de la puerta 2 (central).

Apertura y cierre de la puerta 1 (delantera).

HSA

Mantiene detenida la unidad en pendientes durante 3 segundos para poder realizar el cambio del pie del pedal de freno al de aceleración sin que se desplace la unidad.



Carga al100% en catenaria

Permite cargar al 100% las baterías de fosfato de hierro litio (alto voltaje).

Ilustración 43 carga baterías.

Movimiento de faros

Permite mover los faros a diferentes ángulos.

Encendido y apagado del monitor del punto ciego exterior lateral izquierdo.

Botón de corte de potencia. (freno de puertas “89”)

Inhibe la función de freno de puertas, y la unidad puede traccionar con las puertas abiertas.

Botón de 2 funciones

Arrodillamiento

Restauración Airbag



Ilustración 44 botonera serie 24000.

Botones de ventiladores de salón de pasajeros (Para todas la series Yutong).



Botón de DC/AC en la actualidad este tendrá que estar activado en posición AC para la conexión del Wi-Fi.

Ilustración 45 Ventiladores y botón DC/AC.

7.3.3. Testigos luminosos en la pantalla LCD, unidades Yutong.

Indicadores luminosos que aparecen en la pantalla LCD			
Testigo	**Color**	**Nombre**	**Significado**
	VERDE	Luz indicadora de giro o vuelta a la derecha / izquierda.	El vehículo pretende girar o dar vuelta a la izquierda/derecha o se presiona el interruptor de luz de emergencia (intermitente)
	AMARILLO	Indicador de apertura de la tapa o puerta trasera.	Significa que la tapa o puerta del compartimiento trasero esta abierto.
	ROJO	Indicador de advertencia del sistema de potencia de nueva energía.	Significa que el sistema de potencia de nueva energía esta defectuoso (se especifica de acuerdo con el texto de advertencia).
	ROJO	Indicador de advertencia de presión de aire.	Significa que la presión de aire del freno del vehículo es baja.
	ROJO	Indicador de STOP (alto) del vehículo.	Significa que el vehículo tiene una falla grave (Presión de aire del freno es baja de cualquier eje o el nivel de refrigerante es demasiado bajo).
	ROJO	Advertencia del voltaje de la batería.	Significa que el voltaje de la batería es anormal.
	ROJO	Indicadora del estado conectado de carga.	Significa que el vehículo esta en estado de conexión de carga
	ROJO	Advertencia de bajo nivel de agua.	Significa que el nivel del liquido de enfriamiento del motor es demasiado bajo.
	ROJO	Indicadora del freno estacionamiento.	Significa que el vehículo esta en frenado de estacionamiento, si parpadea indica que la palanca no esta en su lugar.
	VERDE O AMARILLO	Indicador de lubricación centralizada.	Significa que el sistema de lubricación centralizada esta funcionando, en AMARILLO indica que el sistema tiene falla.
	VERDE	Indicador de inclinación lateral.	Significa que el vehículo esta en estado de inclinación lateral.
ECAS	AMARILLO	Indicación de advertencia de ECAS. (Suspensión)	El vehículo no esta a la altura normal o existe un fallo menor.
ECAS	ROJO	Indicación de advertencia de ECAS. (Suspensión)	Significa que el sistema tiene una falla grave, y la altura de la bolsa de aire no se puede detectar ni controlar.
	VERDE	Indicador de elevación ECAS. (Suspensión)	Indica que el sistema ECAS esta funcionando.
	ROJO	Indicador de falla de energía en la puerta de pasajeros.	Indica baja presión de aire en el bucle de presión del aire auxiliar.
ASR	AMARILLO	Indicador del sistema ASR.	En intermitente indica que esta en funcionamiento y cuando permanece encendida significa falla en el sistema.
EBS	AMARILLO	Advertencia EBS.	Si se prende brevemente y se apaga, indica que el sistema funciona normalmente. Si permanece encendida, indica que existe una avería general el sistema de freno de control electrónico.
EBS	ROJO	Advertencia EBS.	Significa que existe una avería severa del el sistema de freno de control electrónico.
	ROJO	Indicador de fuente de alimentación.	Indica que el vehículo se ha conectado a la fuente da alimentación de corriente “ON”.
	ROJO	Advertencia de temperatura del motor.	Significa que la temperatura del motor es demasiado alta.
	AMARILLO	Indicador de reducción de potencia.	Significa que la potencia se reduce debido a una falla del vehículo u otros factores (temperatura del motor o del controlador demasiado alta o energía baja de batería potencia)
	AMARILLO	Advertencia de válvula de emergencia de puerta de pasajeros.	Significa que la válvula de emergencia de la puerta de pasajeros esta activada o abierta.
	AMARILLO	Advertencia de desgaste de la pastilla de freno.	Significa que las pastillas de freno deben reemplazarse o que el sensor esta defectuoso.

Indicadores luminosos que aparecen en la pantalla LCD			
Testigo	**Color**	**Nombre**	**Significado**
	ROJO	Advertencia de temperatura del compartimiento.	Significa que la temperatura del cuerpo del compartimiento de respaldo o de la batería es demasiado alta.
	ROJO	Indicador de salida del conductor.	Significa que no se ha activado la manija del freno de estacionamiento, y el conductor ha abandonado el asiento.
	ROJO	Indicador de no abrochado el cinturón de seguridad.	Indica que el conductor no se ha abrochado el cinturón de seguridad.
	VERDE	Indicadora de luz de advertencia (torreta)	Significa que la luz de advertencia del techo esta encendida.
	VERDE	Indicador de luces de identificación. (faros)	Indica que la luz de posición está encendida.
	ROJO	Advertencia de apertura de puertas de pasajeros. (Pta. 1,2,3)	Indica que alguna de las puertas de pasajeros del vehículo están abiertas. (Pta. 1,2,3)
	ROJO	Indicador de estado del freno.	Indica que el vehículo esta frenando.
	AZUL	Indicador de solicitud de ascenso o descenso de la silla de ruedas.	Indica que un pasajero en silla de ruedas ha solicitado bajarse o subirse del vehículo.
	ROJO	Indicador de STOP del vehículo.	Significa que el vehículo no arranca.
	VERDE	Indicador de READY del vehículo.	Significa que el vehículo se ha encendido correctamente y esta en marcha neutral.
	VERDE	Indicador de GO del vehículo.	Significa que el vehículo se ha encendido correctamente y esta en marcha.
	ROJO	Indicador del estribo volteable. (Rampa)	Significa que el estribo volteable (rampa) esta activado.
	AMARILLO	Indicador de timbre de salida. (Descenso)	Significa que algún pasajero solicita la salida. (descenso)
	BLANCO	Indicador de HaltBrake. (Freno de parada)	Significa que la función freno de parada (HaltBrake) esta frenando. (freno eléctrico de puertas)
	GRIS	Indicador de desconexión de asistencia en pendientes	Significa que la función de asistencia en pendientes esta desactivada.
	VERDE	Indicador de asistencia en pendientes	Significa que la función de asistencia en pendientes esta funcionando. (frena el vehículo por 3 seg. antes de deslizarse)
	ROJO	Indicador de estado de desconexión.	Significa que el poste colector (trole) está desconectado, se descarrilo o no se tiene energía en la línea elevada. (catenaria)
	VERDE	Indicador de estado de la energía auxiliar. (autonomia)	Indica que la batería de alimentación está funcionando. (autonomia)
	VERDE	Indicador de estado de la catenaria. (Trole)	Significa que el vehículo esta conectado a la línea elevada. (catenaria)
	ROJO	Indicador de advertencia de anomalía de la presión del neumático.	Indica una presión anormal de los neumáticos o perdida de presión de estos.
	VERDE	Indicador del voltímetro digital.	Indica el potencial eléctrico disponible en la batería de bajo voltaje. (rango de 24 a 27 V.)
	VERDE	Indicador del estado de carga. (SOC)	Indica el porcentaje de energía que contienen las baterías de alto voltaje. (cuando se conduce el vehículo en autonomia)
	BLANCO	Indicador del kilometraje. (ODO)	Indica el kilometraje total recorrido por el vehículo.
	BLANCO	Indicador del kilometraje. (TRIP)	Indica el kilometraje recorrido de un punto a otro.

Indicadores luminosos que aparecen en la pantalla LCD			
Testigo	**Color**	**Nombre**	**Significado**
	AMARILLO	Indicador de estado de carga baja.	Significa que la batería de alto voltaje se encuentra en un estado de carga baja.
	VERDE	Indicador de elevación ECAS	Indica que esta en funcionamiento el ECAS. (Suspensión subida o bajada)
	VERDE	Indicador de secador.	Significa que el secador está funcionando.
	ROJO	Indicador advertencia de presión de airbag.	Indica que la presión del airbag es demasiada baja.
	ROJO	Indicador de nivel de liquido en la dirección.	Significa que el nivel del liquido de la dirección esta demasiado bajo.
	ROJO	Indicador de temperatura del descongelador (Desempañador).	Significa que la temperatura del descongelador es alta. (desempañador)
	ROJO	Indicador de estado desconectado de la catenaria.	Significa que el vehículo no recibe la energía de la conexión de la línea elevada. (catenaria)
	AMARILO	Indicador de temperatura de los neumáticos.	Indica una alta temperatura de los neumáticos o un mensaje perdido de la temperatura de estos.
	VERDE	Indicador de marcha de baja velocidad.	Significa que el vehículo está en marcha de baja velocidad.
	ROJO	Indicador de marcha atrás.	Significa que el vehículo está en marcha atrás.
	VERDE	Indicador de marcha adelanta.	Significa que el vehículo está en marcha neutra.
	BLANCO	Indicador de marcha adelante.	Significa que el vehículo está en marcha de avance.
	VERDE	Indicador de luces cortas.	Significa que las luces cortas estas encendidas.
	AZUL	Indicador de luces largas.	Significa que las luces largas estas encendidas.
	AMARILLO	Indicador de luces antiniebla traseras.	Significa que las luces antiniebla traseras estas encendidas.
	VERDE	Indicador de luces antiniebla delanteras.	Significa que las luces antiniebla delanteras estas encendidas.
	AMARILLO	Indicador advertencia de alta velocidad.	Significa que la velocidad del vehículo supera el limite.
	ROJO	Indicador de limite de velocidad.	Indica que el vehículo supera la velocidad permitida de la señal detectada.
	AMARILLO	Indicador de zumbador de baja velocidad.	Significa cuando está prendido que el zumbador de baja velocidad esta desactivado.
	AMARILLO	Indicador del sistema de advertencia.	Indica que el sistema no puede funcionar correctamente debido a la luz externa, el clima etc.
	BLANCO	Indicador de desviación de carril.	Indica cuando el vehículo está saliendo del carril.
	ROJO	Indicador de sensor de presión de aire.	Significa que el sensor de presión de aire en el depósito del eje delantero o trasero tiene falla.
	VERDE	Indicador de ahorro de energía.	Significa que el vehículo está en modo de ahorro de energía.
	BLANCO	Indicador de velocímetro digital.	Indica la velocidad del vehículo digitalmente. (con el botón de + se activa y con el de - se desactiva)

Indicadores luminosos que aparecen en la pantalla LCD			
Testigo	**Color**	**Nombre**	**Significado**
	ROJO	Indicador de limite de disco de articulación.	Indica cuando el vehículo está al limite del par del disco de articulación.
	AMARILLO	Indicador de limite de disco de articulación.	Indica cuando el vehículo está por llegar al limite del par del disco de articulación.
	BLANCO	Botón de tiempo y cambio de pagina de la pantalla LCD.	Se utiliza para aumentar los parámetros del instrumento y cambio de la pagina.
	BLANCO	Botón de tiempo y cambio de pagina de la pantalla LCD.	Se utiliza para reducir los parámetros del instrumento y cambio de la pagina.
	BLANCO	Botón de función del menú.	Se utiliza para cambiar entre la visualización normal y la pantalla de diagnostico de fallas.
	BLANCO	Botón de inicio.	Se utiliza para volver directamente a la pantalla de inicio.
	BLANCO	Botón de confirmación.	Se utiliza para seleccionar un elemento y para ingresar al siguiente nivel de ajuste.
	BLANCO	Botón de reinicio.	Se utiliza para poner en cero el cuenta kilómetros y el registro de fallas de equipo eléctrico.

Tabla 3 indicadores luminosos en pantalla LCD (testigos).

7.3.4. Revisión de presión de neumáticos y desgaste de balatas

1. Localizar en el tablero la pantalla (LCD) de instrumentos.



Ilustración 46 Pantalla de instrumentos (LCD).

2. Presionar el botón de menú.



Ilustración 47 Botón de menú

3. Con los botones (+) y (-) mover hasta el ícono de información (i) y presionar (OK)

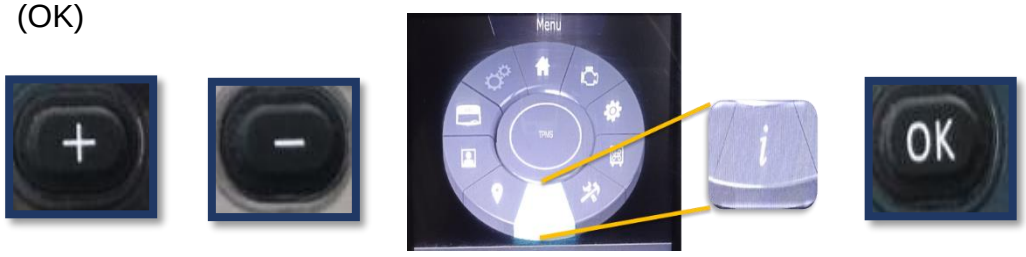


Ilustración 48 Menú de opciones en la pantalla

.Al ingresar se revisa que no haya alarmas ni avisos.

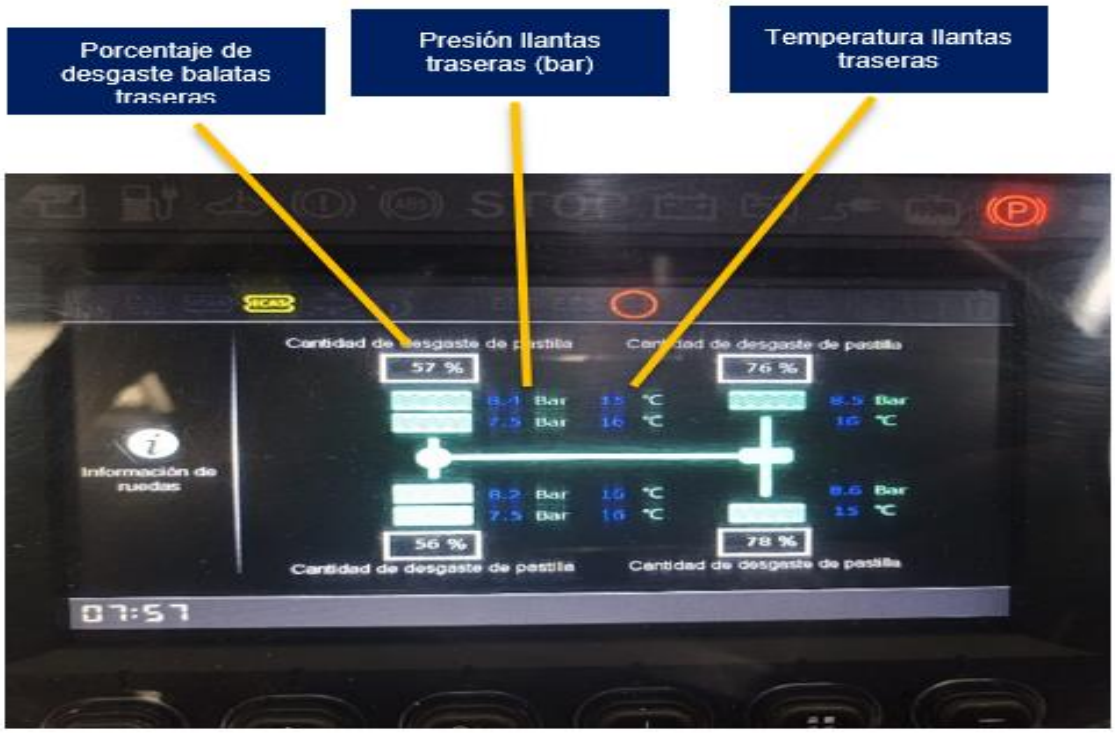


Ilustración 49 Pantalla de información del trolebús

4. Se regresa a la pantalla principal con el botón “home”



Ilustración 50 botón "home"

Nota: El porcentaje mínimo de la balata será de 6 a 3% o no existir una diferencia del 20% entre ellas, notificando a mantenimiento o al CC cuando el porcentaje llegue al 3% o se prenda el testigo de **EBS** en color rojo y, se extremarán las precauciones debidas (marcha de seguridad) para con autorización del CC o mantenimiento trasladarlo al depósito.

El rango de presión óptimo para los neumáticos es de 7 a 9 bar’s, si se tiene menor o mayor a este se tendrá que notificar al expedidor para que sea trasladada la unidad al área de llantas para su revisión.

7.3.5. Pasos para realizar el cambio de banderas de destino, radio GPS



Ilustración 51 Radio GPS.

1. PRESIONE F1, FLECHA ABAJO, F2
2. CON LAS FLECHAS SELECCIONAR LA CARPETA DE LA DIVISIÓN DESEADA.
3. PRESIONE F1 PARA ENTRAR A LA CARPETA.
4. CON LAS FLECHAS SELECCIONE LA BANDERA DESEADA Y PRESIONE 3 VECES F1.

NUEVO DISPLAY DE YUTONG											
A:	LETREROS ESPECIALES	B:	PRIMERA DIVISÓN	C:	SEGUNDA DIVISIÓN	D:	TERCERA DIVISIÓN	E:	LÍNEA 10	F:	TREN LIGERO
A00:	STE	B00:	L1 NTE - TAS	C00:	L1 NTE - TAS	D00:	L4 PTO.- ROSARIO	E00:	CONST.- ACAHUALTEPEC	F00:	E. AZTECA- XOCHMILCO
A01:	TB ESCUELA	B01:	L1-C2 NTE- PASCUA	C01:	L1 - C2 NTE - PASCUA	D01:	L4 PTO- CAMARONES			F01:	TASQUEÑA- E. AZTECA
A02:	FUERA DE SERVICIO	B02:	L1 INYECCIÓN (NTE – TAS)	C02:	L1 INYECCIÓN (NTE – TAS)	D02:	L4 PTO- INSURGENTES			F02:	TASQUEÑA- NEZAHUALPILLI
A03:	PRUEBAS	B03:	L1 RENDIDA (NTE – TAS) DEPOSITO	C03:	L1 RENDIDA (NTE – TAS) DEPOSITO	D03:	L4 PTO AEREO – BACHILLERES 1			F03:	TASQUEÑA - XOCHIMILCO
A04:	ESPECIAL	B04:	L2 PANTITLAN- CHAPUL.	C04:	L3 MUSEO STE- MIXCOAC	D04:	L4 – L6 TLACOS- ROSARIO				
A05:	SENDERO SEGURO	B05:	L2 INYECCÓN (SUR 73 – CHAP)	C05:	L7 LOMAS ESTRELLA. - C.U.	D05:	TLACOS				
A06:	MARATON CDMX	B06:	L2 RENDIDA (DEPOSITO)	C06:	L7 PERIFERICO OTE. - C.U.	D06:	L4- L6 ROSARIO- NUBIA				
A07:	F1 CDMX CIRCUITO	B07:	L1 NTE - EJE 8	C07:	L7 "INYECCIÓN" TETEPICO	D07:	L5 SAN FELIPE- HIDALGO				
A08:	CHAP.- PANT. F1 CDMX	B08:	L1 TAS - PASCUA	C08:	L7 "RENDIDA" TETEPILCO	D08:	L5 SAN FELIPE- VIOLETA				
A09:	F1 CDMX E. AZTECA-AHR	B09:	L1 TAS- TLATELOLCO	C09:	L9 CIRCUITO VILLA DE CORTES	D09:	L5 GALEANA- HIDALGO				
A10:	F1 CDMX P. CARSO-AHR	B10:	L1 TAS - CONSULADO	C10:	L9 C. VILLA DE CORTES - TEPALCATES	D10:	L5 SAN FELIPE- LA DIANA				
A11:	F1 CDMX AUTODROMO	B11:	L1 NTE - GRANADOS	C11:	L1 NTE - EJE 8	D11:	L5 SAN FELIPE- GTA VIOLETA MB				
A12:	L-2 PANT.- CHAPUL.	B12:	L1 TAS - TIO SAM	C12:	L1 TAS - PASCUA	D12:	L5 CANTERA- LA DIANA				
A13:	F1 CDMX CARSO AHR	B13:	L1 NTE - TIO SAM	C13:	L1 TAS - TLATELOLCO	D13:	L5 GALEANA- LA DIANA				
A14:	F1 CDMX AZTECA AHR	B14:	L1 NTE - BELLAS ARTES	C14:	L1 TAS -CONSULADO	D14:	L5 LA DIANA – GTA CUITLAHUA				
		B15:	L1 NTE - LUZ SAVIÑON	C15:	L1 NTE - GRANADOS	D15:	L5 LA DIANA- RENDIDA (DEPOSITO)				
		B16:	L1 TAS -CUM. DE MALTRATA	C16:	L1 TAS - TIO SAM	D16:	L5 RENDIDA (SN FELIPE-MOLINA-TLACOS)				
		B17:	L2 CHAP - CLAVIJERO	C17:	L1 NTE - TIO SAM	D17:	L6 ROSARIO - CHAPULTEPEC				
		B18:	L2 PANTITLAN. -N. HEROES	C18:	L1 NTE - BELLAS ARTES	D18:	L6 CHAPUL – BACHLLERES 1				
		B19:	L2 CHAPUL. –VEL. (LA VIGA)	C19:	L1 NTE - LUZ SAVIÑON	D19:	L6 "INYECCIÓN- RENDIDA" (ROS – CHAPUL)				
		B20:	L1 NOCHEBUS (NTE – TAS)	C20:	L1 TAS - C. DE MALTRATA	D20:	L6 CHAPUL- CAMARONES		L		
				C21:	L7 C.U. - TASQUEÑA	D21:	L8 CIRCUITO POLITECNICO				
				C22:	L7 C.U. - SAN FRANCISCO	D22:	L8 C. POLITECNICO "RENDIDA-INYECCIÓN"				
				C23:	L7 PERIFERICO - M. A.QUEVEDO						
				C24:	L7 LOMAS E. –M. A. QUEVEDO						
				C25:	L1 NOCHEBUS (NTE – TAS)						

Tabla 3 Orden de Carpetas y letreros para instalación de banderas en radio GPS.

7.3.6. Sistema de retracción de poste colector

Es un dispositivo de aluminio que contiene un aislante con una combinación de pintura y pasta como medida de protección, sus medidas 6.40 m, con un diámetro en su base de 2 ½" y en su extremo superior un diámetro de 1 ½" y se tiene como función deslizarse entre un conductor aéreo y un receptor móvil.

La espiral ejerce sobre el poste colector (trole) una presión de 12.5 kg para mantenerlo conectado al alambre trolley, a una altura de 5.50 metros con respecto a la superficie de rodamiento Trolebús sencillo y articulado.

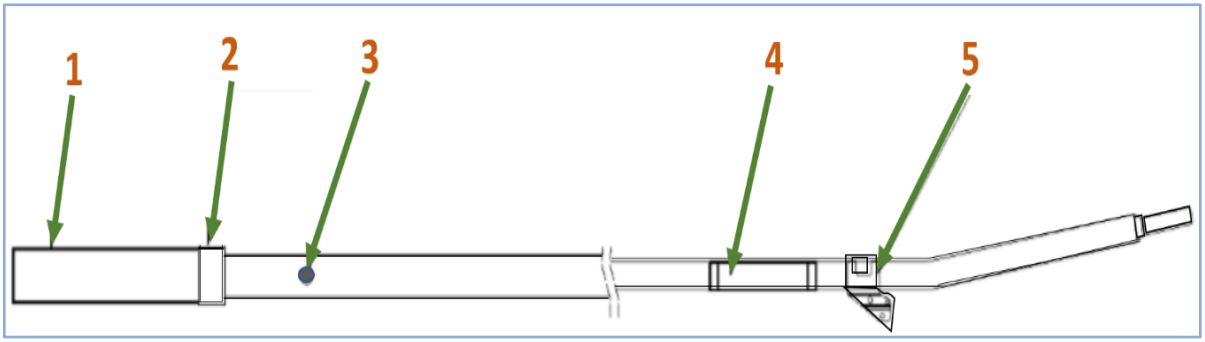
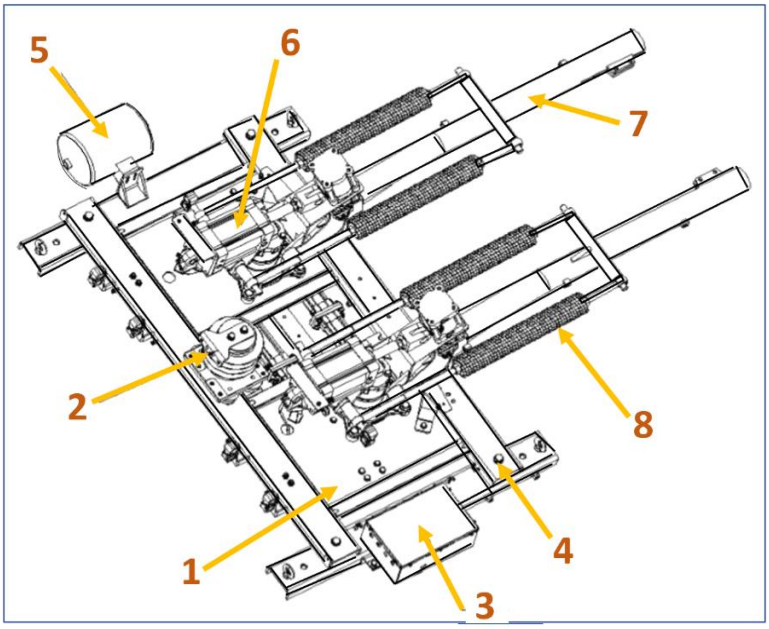


Ilustración 52 Conjunto poste colector

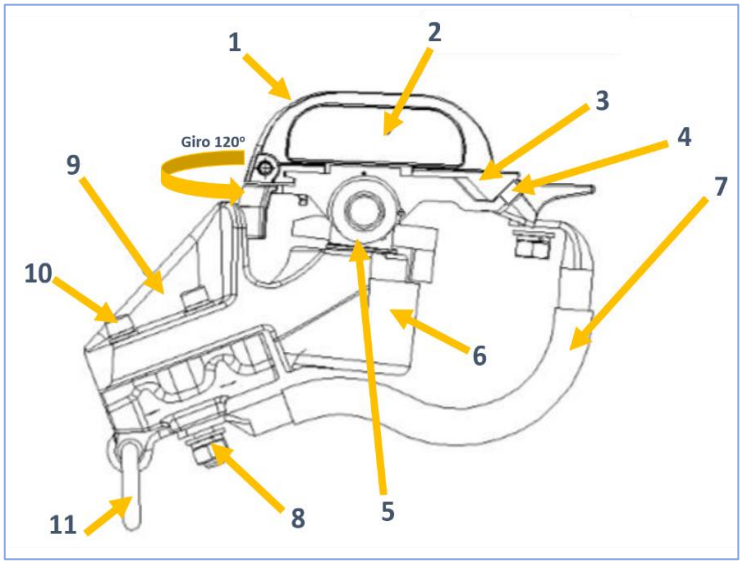
1.- Camisa protectora aislante.
2.- Camisa de posición límite.
3.- Tornillo de fijación de la línea de alto voltaje.
4.- Camisa protectora de anticolisión de gancho de bloqueo.
5.- Abrazadera.



1.- Base de metal.
2.- Pararrayos.
3.- Conjunto de control neumático.
4.- Aislantes.
5.- Tanque de depósito de aire.
6. Conjunto neumático de descenso. (rápido/lento)
7.- Poste colector.
8.- Espirales o resortes.

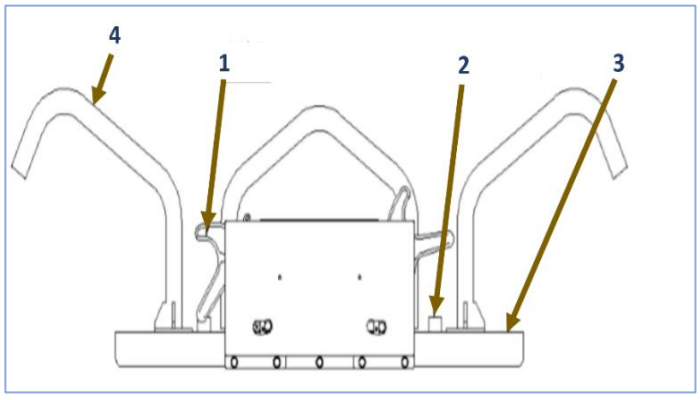
Ilustración 53 Conjunto sistema de retracción de postes colectores

Para Todas las series de trolebús, el conjunto de cabeza colectora es conocido como Cabezal.



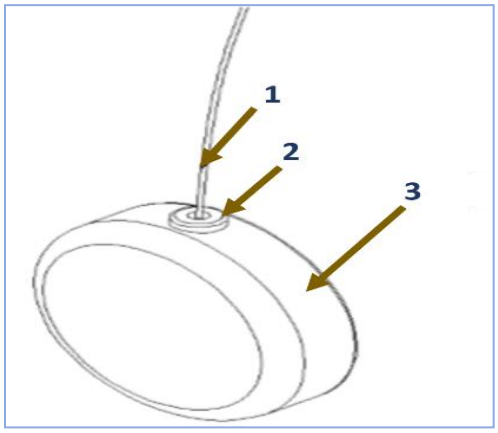
1.- Carbón.
2.- Porta carbón.
3.- Base de porta carbón.
4.- Tornillos de porta carbón.
5.- Tornillo transversal.
6.- Resorte de presión.
7.- Cable de arranque o línea conductora (alimentador).
8.- Zapata y tuerca de Cable de arranque (alimentador).
9.- Cabeza colectora.
10.- Tornillos de cabeza colectora.
11. -Cuerda de seguridad.

Ilustración 54 Conjunto de Cabeza Colectora.



1.- Gancho de fijación.
2.- Bloque amortiguador del gancho de fijación.
3.- Soporte del gancho de fijación.
4.- Guía poste colector y descanso.

Ilustración 55 Conjunto base de sistema de retracción.



1.- Cuerda de tracción.
2.- Abertura de recuperación de cuerda.
3.- Caja de cuerda.

Nota: La cuerda está elaborada en poliéster y tiene una longitud de10 metros.

Ilustración 56 Conjunto de Caja de cuerdas.

7.3.7. Carbones de poste colector.

A continuación, se muestra el aspecto físico de los carbones a reemplazar.

Condición	Riesgo	Acción	Imagen
Carbón con fractura longitudinal y perdida de material	Abrasión de línea con porta carbón, fragmentación de inserto y perdida de material.	Reemplazar	
Carbón con pérdida de material de las esquinas hacia el centro	Abrasión de línea con porta carbón, fragmentación de inserto y perdida de material.	Reemplazar	
Carbón con pérdida de material en los costados.	Abrasión de línea con porta carbón.	Reemplazar	

Ilustración 57 Criterios para reemplazo de carbones de trolebús

7.4. Sistemas del trolebús

Antes que nada, primero debemos definir el significado de la palabra “Sistema”; que es el conjunto de elementos que se encuentran interrelacionados entre sí para un fin común.

Para que el operador tenga un buen desempeño en las líneas de servicio, la unidad con que trabaja debe estar en buenas condiciones, es por esto por lo que debe verificar el buen funcionamiento de la unidad de Trolebús. Para ello revisará los cinco sistemas que lo componen, con el propósito de brindar un servicio de calidad, estos sistemas son los siguientes:

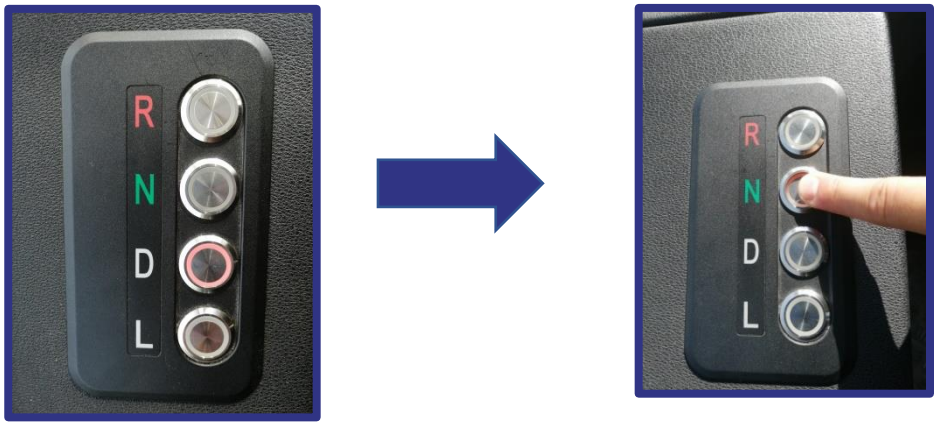
- Sistema mecánico
- Sistema neumático
- Sistema eléctrico de baja tensión
- Sistema eléctrico de alta tensión
- Sistema de carrocería

7.4.1. Sistema mecánico

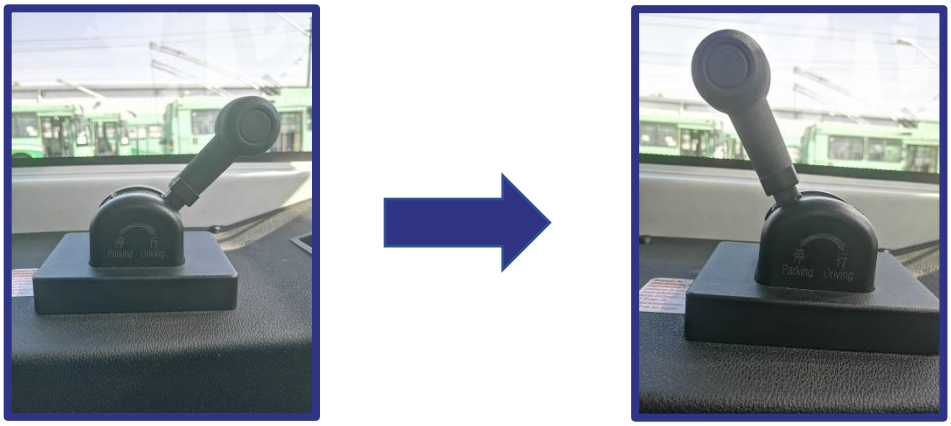
El sistema mecánico es el que se encarga de dar movimiento y dirección a un vehículo, a continuación, se muestran los componentes más importantes de este sistema:

Freno de Estacionamiento

Para las unidades de trolebús el funcionamiento para aplicar el freno de estacionamiento deberá ser **manteniendo presionado el pedal del freno** y después seleccionar el cambio de marcha de la unidad, dejando seleccionado el botón en Neutro (N).



Y después deberá de accionar la palanca de freno de estacionamiento la cual se encuentra debajo de selección de marcha



*Nota: El freno de estacionamiento sólo se colocará en ALTO TOTAL.

Queda estrictamente prohibido su uso mientras la unidad esté en movimiento.

El freno de estacionamiento se colocará obligatoriamente cada vez que el operador abandone el habitáculo del operador.

A su vez, este sistema también está integrado de los siguientes componentes:

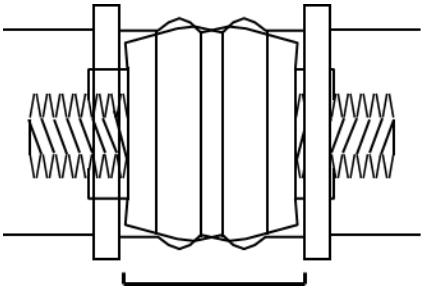
- Suspensión.
- Eje trasero y delantero.
- Diferencial.
- Ruedas.
- Flecha cardan.
- Masas.
- Disco y Caliper

7.4.2. Sistema neumático

Un sistema neumático aprovecha la presión y volumen del aire comprimido por un compresor de aire y lo transforma por medio de actuadores (cilindros y motores), que con movimientos rectilíneos y de giro, se usan para automatizar la maquinaria en casi todas las industrias. A continuación, se muestran los componentes más importantes de este sistema:

Válvulas

Permiten e interrumpen el paso del aire hacia los cilindros de puerta, así como en los tanques de almacenamiento de aire.



Válvula del sensor de arrodillamiento

Ilustración 58 Válvula censora

Compresora

Este elemento es el encargado de proporcionar el aire a presión en los depósitos que tienen las unidades de trolebuses, el rango de operación es **de 6 a 12 bares**, Lo marca en los dos barómetros instalados en el tablero.

Depósitos de aire

Son recipientes donde se almacena el aire para alimentar lo sistemas de suspensión E-CAS, Frenos, y demás sistemas neumáticos que necesite el trolebús

Puertas (Cilindro de puerta)

El llenado y vaciado de este cilindro con aire, permite la apertura y cierre de las puertas por medio de un interruptor que controla el operador, en el panel izquierdo de la cabina del operador.

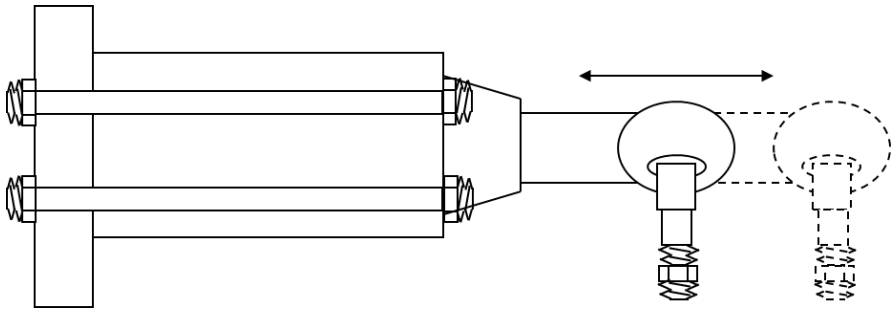


Ilustración 59 Esquema cilindro de puerta

7.4.3. Sistema Eléctrico de Baja Tensión

Este sistema controla toda la alimentación de baja tensión (24 Volts)

- -Tablero de control
- -Luces exteriores
- -Luces interiores
- -Servicios
- -Batería de baja



Ilustración 60 Sistema eléctrico baja tensión

7.4.4.Sistema Eléctrico de Alta Tensión

Este sistema controla toda la alimentación de alta tensión tanto en volts de corriente directa (600 VCD), como los volts de corriente alterna (VCA) en alto voltaje y son

- -Motor de tracción trifásico
- -Motor auxiliar de compresora
- -Contactores y relevadores
- -Resistencias principales y auxiliares
- -Convertidor electrónico
- Motor de dirección eléctrica asistida
- Módulos de alta tensión

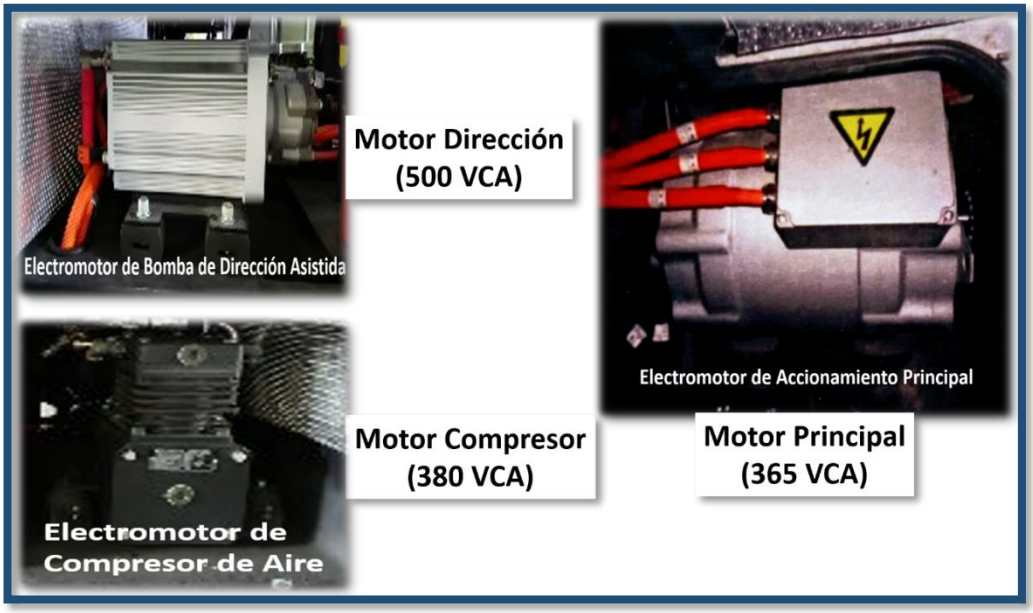


Ilustración 61 Sistema Eléctrico de Alta Tensión

Sistema de motor de tracción

Es aquel que, mediante un motor eléctrico y componentes electrónicos, permite desplazar a un vehículo partiendo en posición de reposo y dando la fuerza de tracción y movimiento a los ejes y las ruedas de la unidad.

Serie de trolebús	Sistema de tracción
Serie 20000, 22000 y 23000	Motor asíncrono trifásico de imán permanente. Motor principal de 350 KW Corriente alterna
Serie 21000 y 24000	Motor asíncrono trifásico de imán permanente. Motor principal de 449 KW Corriente alterna

Tabla 4 Sistemas de tracción de las diferentes series de trolebús

7.4.5. Sistema de carrocería

Es el sistema que da forma al Trolebús, brindando seguridad y comodidad a nuestros usuarios durante el viaje, así como en su ascenso y descenso, también resguarda los demás sistemas que componen al Trolebús, protegiendo los aditamentos necesarios para la tracción, iluminación, dirección y otros sistemas internos.

- Chasis
- Laminación
- Cristales



Ilustración 62 Ejemplos de sistema de carrocería

7.4.6. Procedimiento de encendido

Serie 20000, 21000, 22000, 23000 & 24000



NOTA: El orden de apagado de las unidades se realiza de manera inversa al encendido. Sin utilizar el rearme

8. Mantenimiento a trolebuses

El mantenimiento juega un papel crucial, para que se logre alcanzar y rebasar la vida útil del trolebús además de siempre garantizar las prestaciones y disminuir los riesgos en la operación, es necesario que los trolebuses se sometan constantemente a trabajos de inspección y reparación.

Se tienen tres tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento diario tipo **"A"**
- Mantenimiento preventivo tipo **"B"**
- Mantenimiento correctivo tipo **"C"**

8.1. Mantenimiento diario tipo "A"

El mantenimiento tipo "A" se realiza diariamente (inspección básica nocturna), antes de salir la unidad a servicio, consiste en la revisión funcional de elementos básicos de la unidad en cuanto a su estado y comportamiento en condiciones normales de operación, esta debe garantizar la operación correcta del trolebús y por lo tanto su puesta en servicio por el área de operación.

Para lo anterior se prevé inspeccionar algunos componentes de los sistemas que conforman la unidad y que se listan a continuación:

Sistema de baja tensión:

- Batería.
- Luces exteriores.
- Luces interiores.
- Claxon.

Sistema de alta tensión y captación de energía:

- Cabeza colectora
- Carbones.
- Porta carbones.
- Cuerda para poste colector.
- Cable de arranque (antes Alimentador).

Sistema mecánico:

- Funcionamiento de sistema de frenos.
- Llantas (condición y presión).
- Purgador automático de recipientes de aire
- Funcionamiento de pedales.
- Funcionamiento de limpiadores.
- Funcionamiento de puertas

Sistema de Carrocería

- Puertas, funcionamiento mecánico.
- Espejos exteriores e interiores.

8.2. Mantenimiento preventivo tipo “B”

La ejecución del mantenimiento preventivo tipo “B” fluctúa entre 30 y 45 días, o cada 5000 kilómetros consiste en una revisión periódica y detallada del trolebús, se realiza por tiempo de servicio de las unidades; en esta revisión se procede a desarrollar las actividades de ajuste, lubricación y verificaciones necesarias para identificar aquellos componentes que han concluido su vida útil y deben ser reemplazados, lo cual garantizará un buen funcionamiento de la unidad.

Los trabajos que se realizan se dividen en cinco sistemas para el control y desarrollo de las actividades:

Sistema mecánico:

- Dirección.
- Sistema de frenos.
- Suspensión.
- Eje trasero y delantero.
- Diferencial.
- Ruedas.
- Flecha cardan.
- Masas.
- Limpieza, lubricación y torque a tuercas.
- Discos Caliper y pastas blandas.

Sistema neumático:

- Válvulas.
- Cámaras de suspensión.
- Compresora.
- Cilindros de puertas.
- Mangueras y tuberías.
- Reactores de limpiador.
- Depósitos de aire.
- Electroválvulas.

Sistema eléctrico de baja tensión:

- Batería de 24-27v.
- Tablero de control.
- Luces exteriores.
- Luces interiores.

- Cámaras de seguridad.
- Claxon eléctrico.

Sistema eléctrico de alta tensión:

- Motor de dirección
- Motor de tracción.
- Motor auxiliar de compresora.
- BMS (Gestor de baterías)
- Resistencias principales y auxiliares.
- Convertidor electrónico estático.
- Reactor.

Sistema de carrocería:

- Pintura y laminación en general.
- Para choques.
- Espejos interiores y exteriores.
- Asientos y pasamanos y rampa.
- Ventanillas, parabrisas y parabrisas trasero.
- Piso en general.

8.3. Mantenimiento correctivo tipo “C”

La ejecución del mantenimiento preventivo tipo “C”, consiste en una revisión específica del sistema que presente el mayor número de fallas de acuerdo con los registros estadísticos de falla en la red del servicio; en esta revisión se procede a desarrollar las actividades de ajuste, lubricación y verificaciones necesarias para identificar aquellos componentes que han concluido su vida útil y deben ser reemplazados, lo cual garantizará un buen funcionamiento de la unidad.

Los trabajos por realizar se dividen en tres sistemas para el control y desarrollo de las actividades:

- Sistema de frenos (mecánico).
- Sistema de Eléctrico de baja tensión.
- Sistema Eléctrico de tracción frenado (de alta tensión).
- Sistema Neumático

Este tipo de mantenimiento, por su naturaleza, no se puede programar por lo que solo se realiza a las unidades que presenten mayor incidencia de falla.

La aceptación de la unidad, una vez inspeccionada, debe estar documentada y aprobada por el área de Operación. El criterio de aceptación apropiado será el desempeño, así como de estándares visuales.

9. Instalaciones operativas

Infraestructura: Es el conjunto de instalaciones del Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México necesario para prestar el servicio de transporte público de pasajeros.

Depósito: Es el lugar acondicionado donde se resguardan las unidades de la empresa, para su mantenimiento y expedición diaria del servicio. Se cuenta actualmente con Tres para el servicio de trolebús, Tetepilco, Aragón y Santa Martha

LUGAR	DIRECCIÓN	DIVISIÓN	TELÉFONOS
Depósito Tetepilco	Av. Municipio Libre #402, Col. San Andrés Tetepilco, Alcaldía Iztapalapa, Ciudad de México.	Despacho Primera División	Directo: (55) 2595 0047
			(55) 2595 0000 Ext: 287
		Despacho Segunda División	Directo: (55) 2595 0048
			(55) 2595 0000 Ext: 224
Depósito Aragón	Av. 510 y Av. 503, Col. San Juan de Aragón, Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México	Despacho Tercera División	Directo: (55) 5319 0740 Directo: (55) 5551 1066
Puesto Central de Control (PCC) – Centro de Comunicaciones (CC)	Av. Eje Central Lázaro Cárdenas #106, Col. Letrán Valle, Alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México	Centro de Comunicaciones y Monitoreo	55 4615 4971
		Reporte de Carros Malos	(55) 5674 6947
		Reporte de Accidentes	(55) 5674 6697
		Apoyo a teléfonos anteriores	(55) 5539 1269
			(55) 5674 6724
		Teléfono gratuito	800 543 7 543
Depósito Santa Martha	Av. Ermita Iztapalapa S/N Colonia Lomas De Zaragoza CP 09620 Alcaldía Iztapalapa		Móvil (55)4615-5793

Tabla 5 Directorio para operadores de trolebús



Ilustración 63 Entrada principal depósito de Tetepilco

9.1. Depósito de Tetepilco – Primera División

En la primera división se cuenta con 8 líneas de acomodo enumeradas de poniente a oriente donde los trolebuses son resguardados durante la noche y se realizan maniobras de traslado para su lavado y mantenimiento.

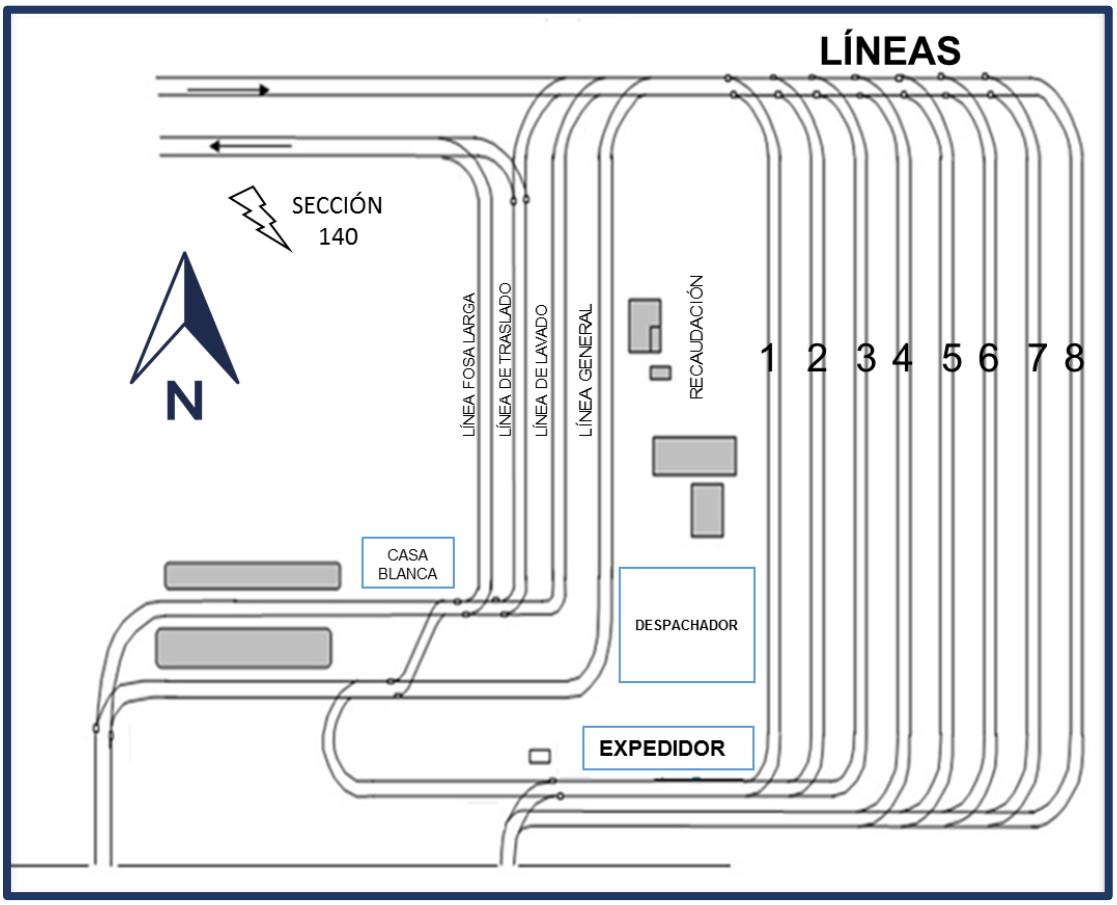


Ilustración 64 Croquis primera división

9.2. Depósito Tetepilco – Segunda División

En la segunda división se cuenta con 4 líneas de acomodo enumeradas de oriente a poniente y 3 líneas auxiliares ordenadas alfabéticamente de poniente a oriente, donde los trolebuses son resguardados durante la noche y se realizan maniobras de traslado para su lavado y mantenimiento.

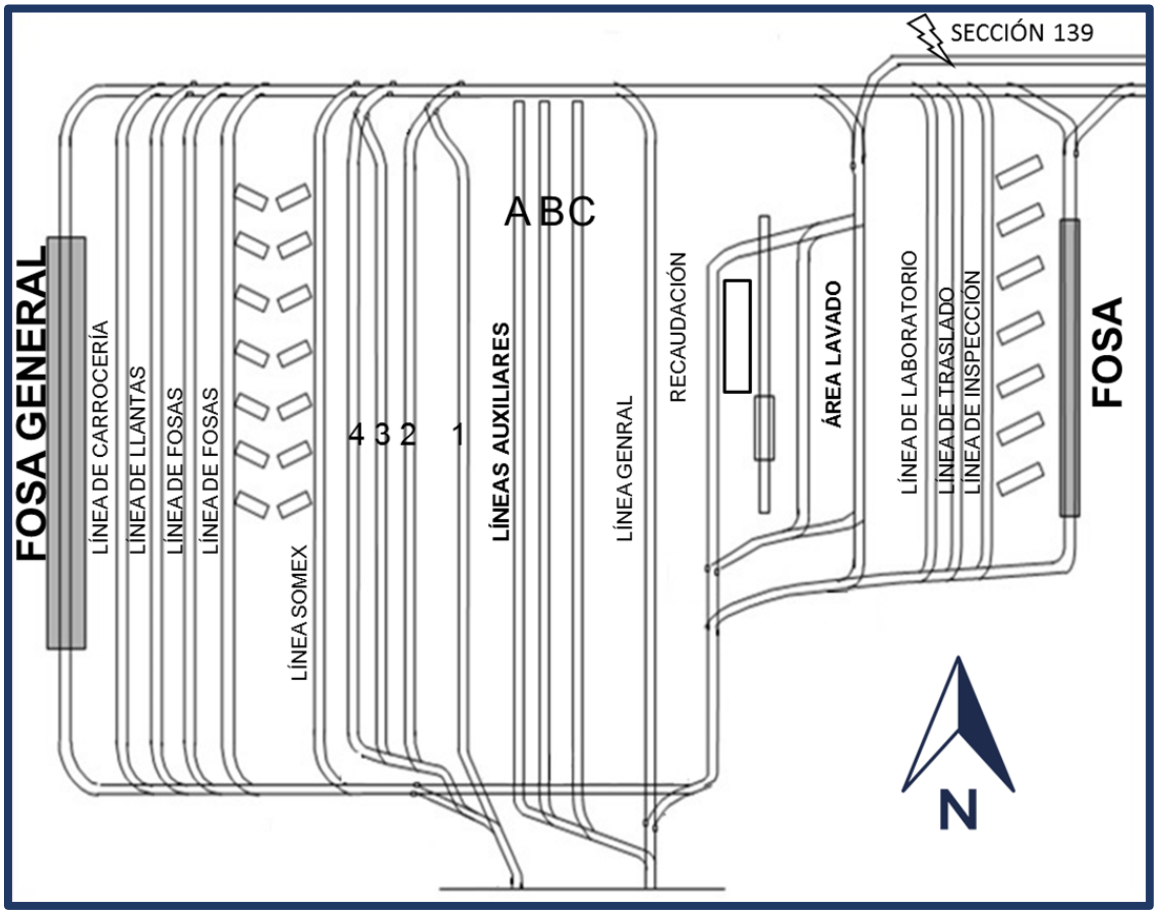


Ilustración 65 Croquis segunda división

9.3. Depósito Aragón – Tercera División

En depósito de Aragón se encuentran la tercera división; se cuenta con 7 líneas de acomodo enumeradas de oriente a poniente, donde los trolebuses son resguardados durante la noche y se realizan maniobras de traslado para su lavado y mantenimiento.

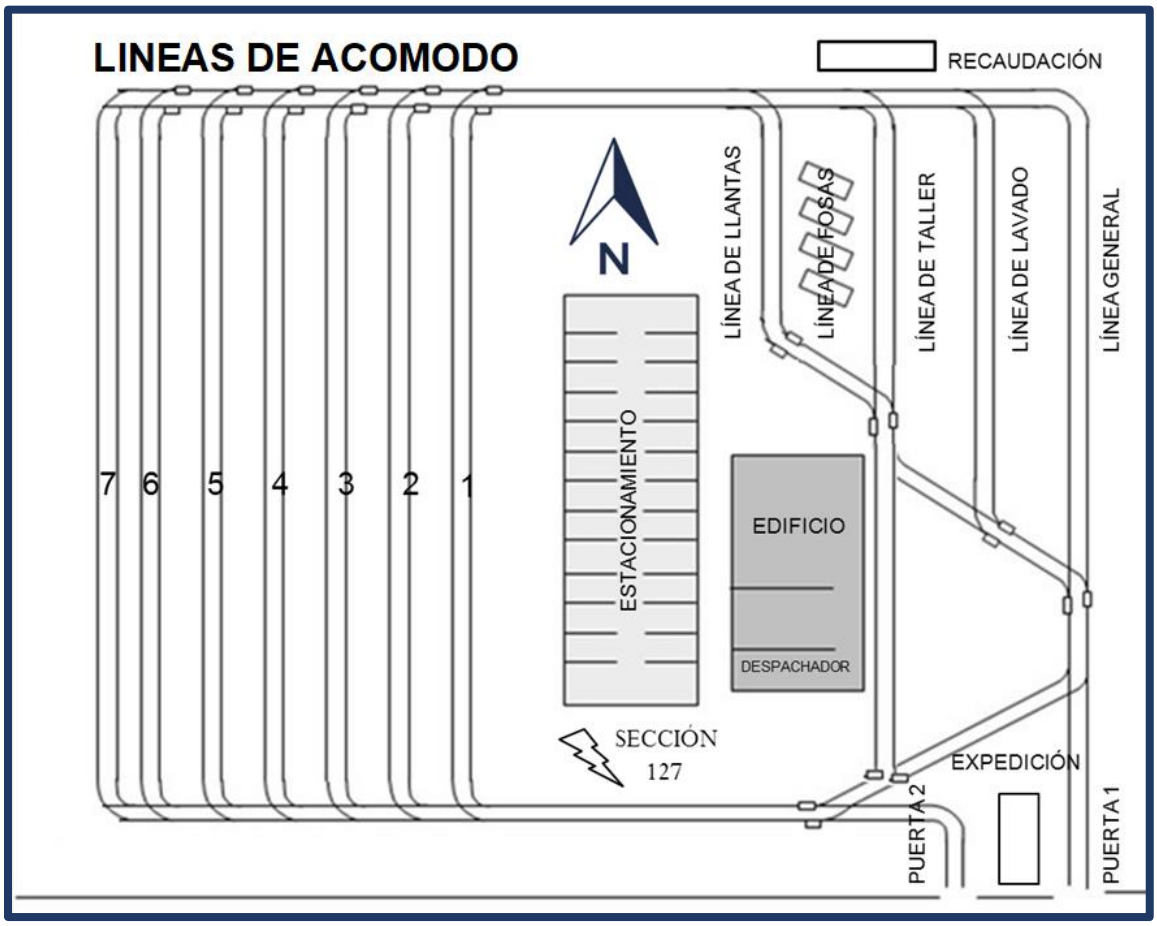


Ilustración 66 Croquis tercera división

9.4. Depósito Santa Martha (Deposito provisional Terminal-Ahuatepec)

Este depósito se encuentra de manera provisional en la estación Acahualtepec hasta la conclusión de las obras de la línea 10

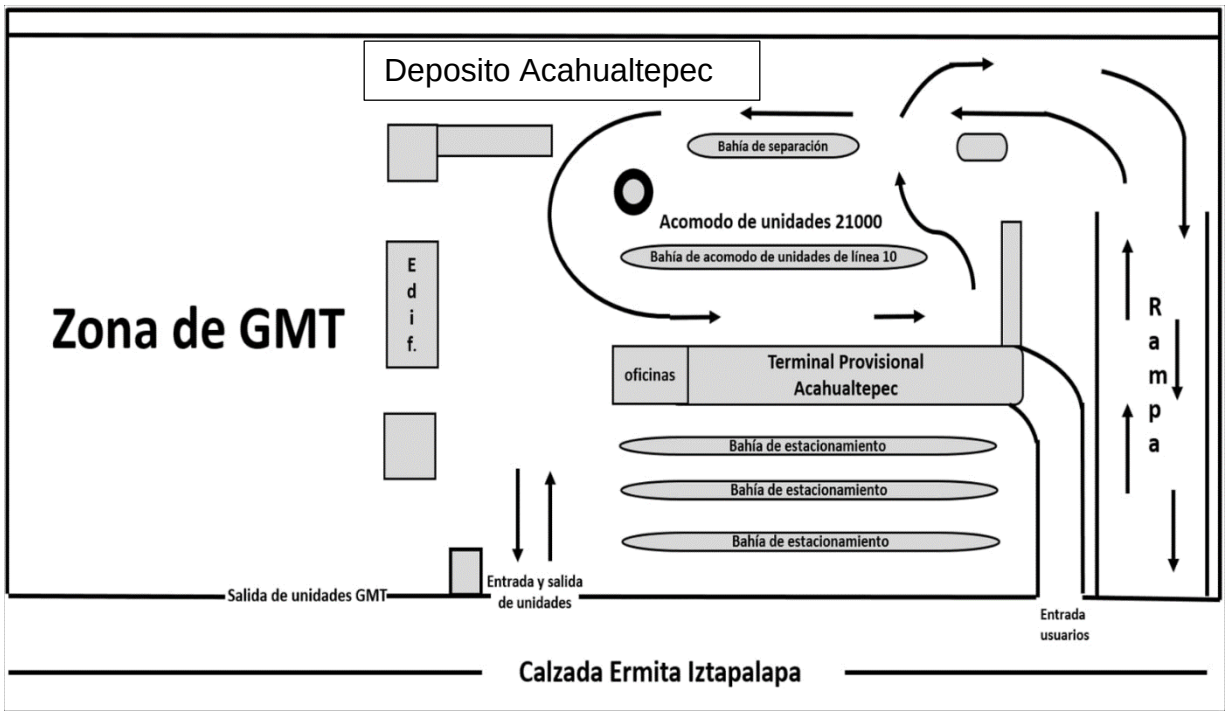


Ilustración 67 Deposito provisional, línea 10.

10. Formatos

Los formatos presentados a continuación son los más usados utilizados por el operador, para la prestación del servicio.

No.	Nomenclatura	Nombre del formato
1	F. AD. 168	Servicio de dormitorio
2	F. AD. 188	Papeleta de recaudación red de trolebuses
3	F. OP. 132	Papeleta de programación red de trolebuses
4	F. MTTO 372	Orden de trabajo
5	F. OP. 04	Informe diario de novedades
6	F. OP. 82	Reporte de incidentes
7	F. OP. 84	Reporte de fallas de trolebús
8	F. OP. 85	Asistencia diaria
9	F. OP. 89	Tiempo extra de operadores
10	F. OP. 105	Averías y accesorios faltantes trolebuses
11	F. AD. 293	Faltas y permisos

Tabla 6 Formatos utilizados por el operador de trolebús

10.1. F. AD. 168 "Servicio de dormitorio"

El objetivo de este formato es que los operadores de trolebús puedan utilizar el servicio de dormitorio, este formato se solicita al despachador en turno por los operadores que deban presentarse a sus labores antes de las 06:00 horas o rindan después de las 23:00 horas.

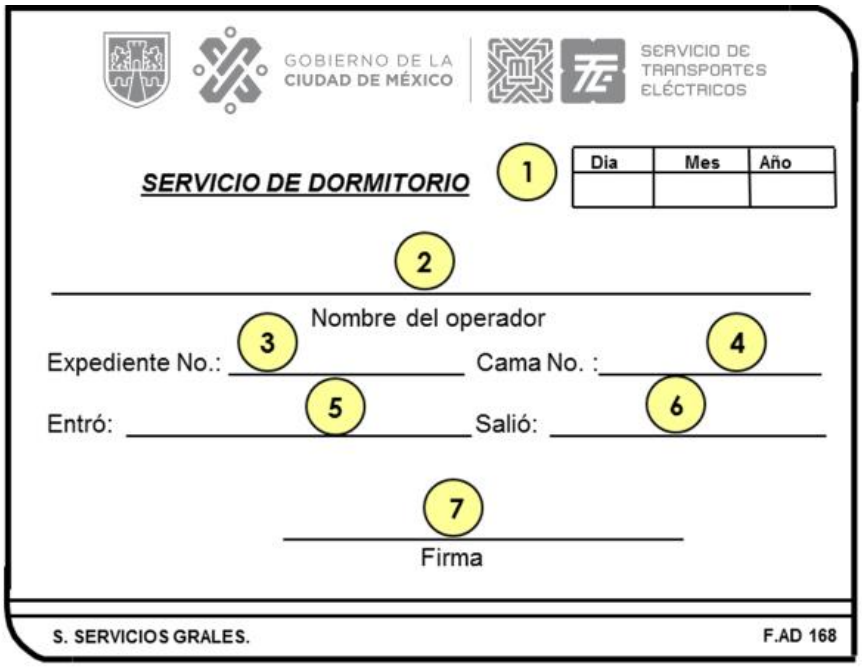


Ilustración 68 F. AD. 168 servicio de dormitorio

Requisitado de formato

No	Anotaciones
1	Fecha del día en que va a hacer uso del servicio.
2	Nombre del operador.
3	Expediente del operador.
4	Cama asignada por el despachador.
5	Hora en que el operador ingresa al dormitorio.
6	Hora en que requiere el operador ser despertado.
7	Firma del despachador que asigna la cama.

Tabla 7 Requisitado F. AD. 168 servicio de dormitorio

10.2. F. AD. 188 "Papeleta de recaudación red de trolebuses"

Este formato, aunque no pertenece al área de transportación, el operador de trolebús sí debe de conocer el requisitado correcto, ya que deberá llenar algunos campos y es responsable del formato, el objetivo principal de este formato es tener un control sobre el día laborado con respecto a la unidad de trolebús designada

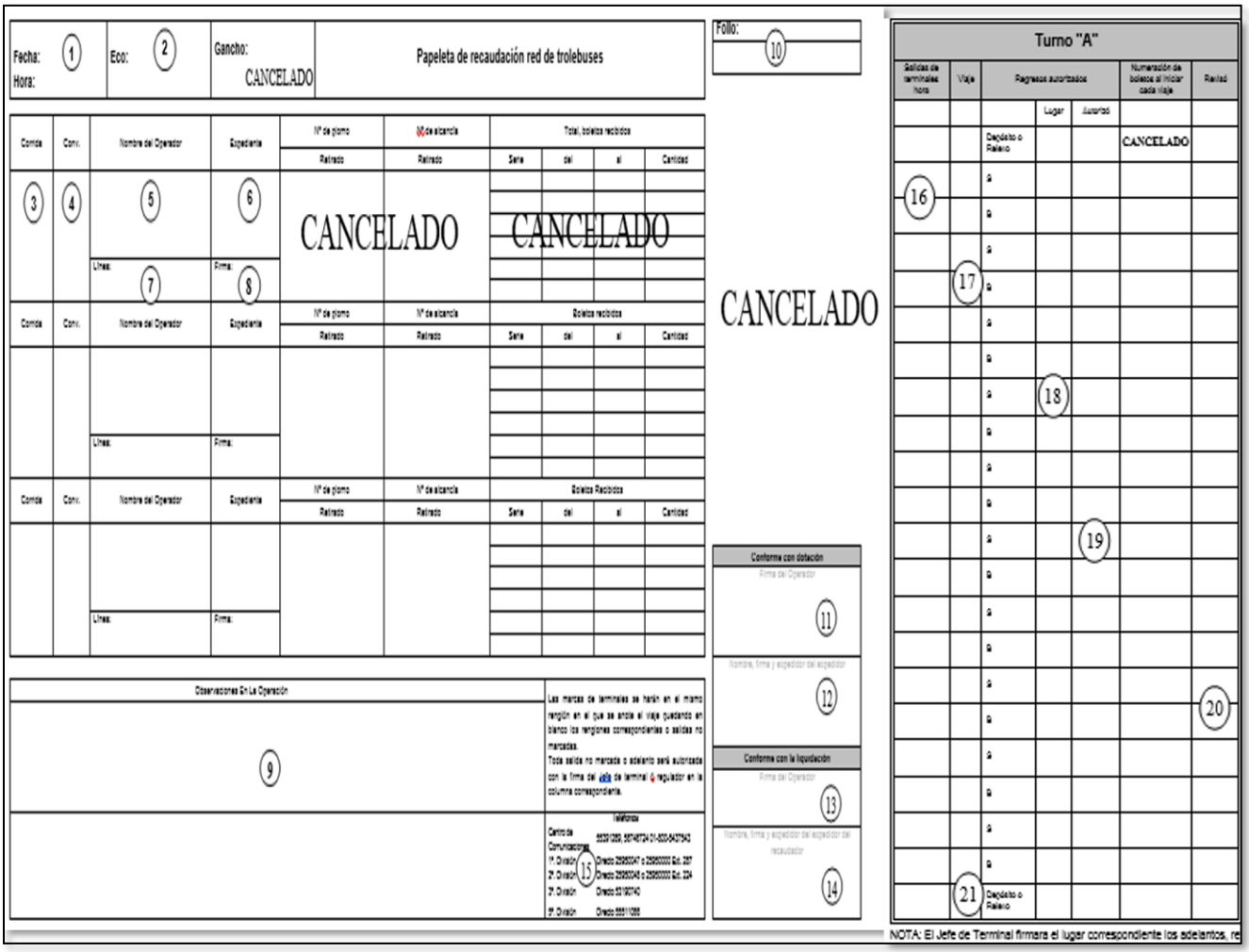


Ilustración 69 F. AD. 188 papeleta de recaudación red de trolebuses

Requisitado de formato

No	Anotaciones
1	Día, mes, año y hora.
2	Número económico de trolebús asignado.
3	Corrida.
4	Corrida en que se convierte la unidad entregada para mejorar el equipo.
5	Nombre completo del operador.
6	Expediente del operador.
7	Clave y línea que se labora.
8	Firma del operador.
9	Observaciones de la operación.
10	Número de folio de la papeleta.
11	Conformidad de recibida, expediente y firma del operador.
12	Conformidad de entregada, expediente y firma del expedidor.
13	Conformidad de entregada, expediente y firma del operador.
14	Conformidad de recibida, expediente y firma del expedidor.
15	Teléfonos del centro de comunicaciones y divisiones.
16	Hora real de salida de la terminal.
17	Registro del Horario de salidas de las terminales establecidas en el libro de horarios.
18	Lugar donde autoriza el jefe de terminal un regreso para poner a tiempo o envía la unidad a ser atendida por mantenimiento.
19	Expediente y firma de quien autoriza o del jefe de terminal.
20	Observaciones por parte de Auditoria.
21	Hora y lugar en que se termina la jornada laborar (rendida).

Tabla 8 Requisitado F. AD. 188 papeleta de recaudación red de trolebuses

10.2.1- F. OP. 132 papeleta de programación. (nueva)

En este formato, el operador de trolebús debe de conocer el requisitado correcto, ya que deberá llenar algunos campos y es responsable del formato, el objetivo principal de este formato es tener un control sobre el día laborado con respecto a la unidad de trolebús designada.

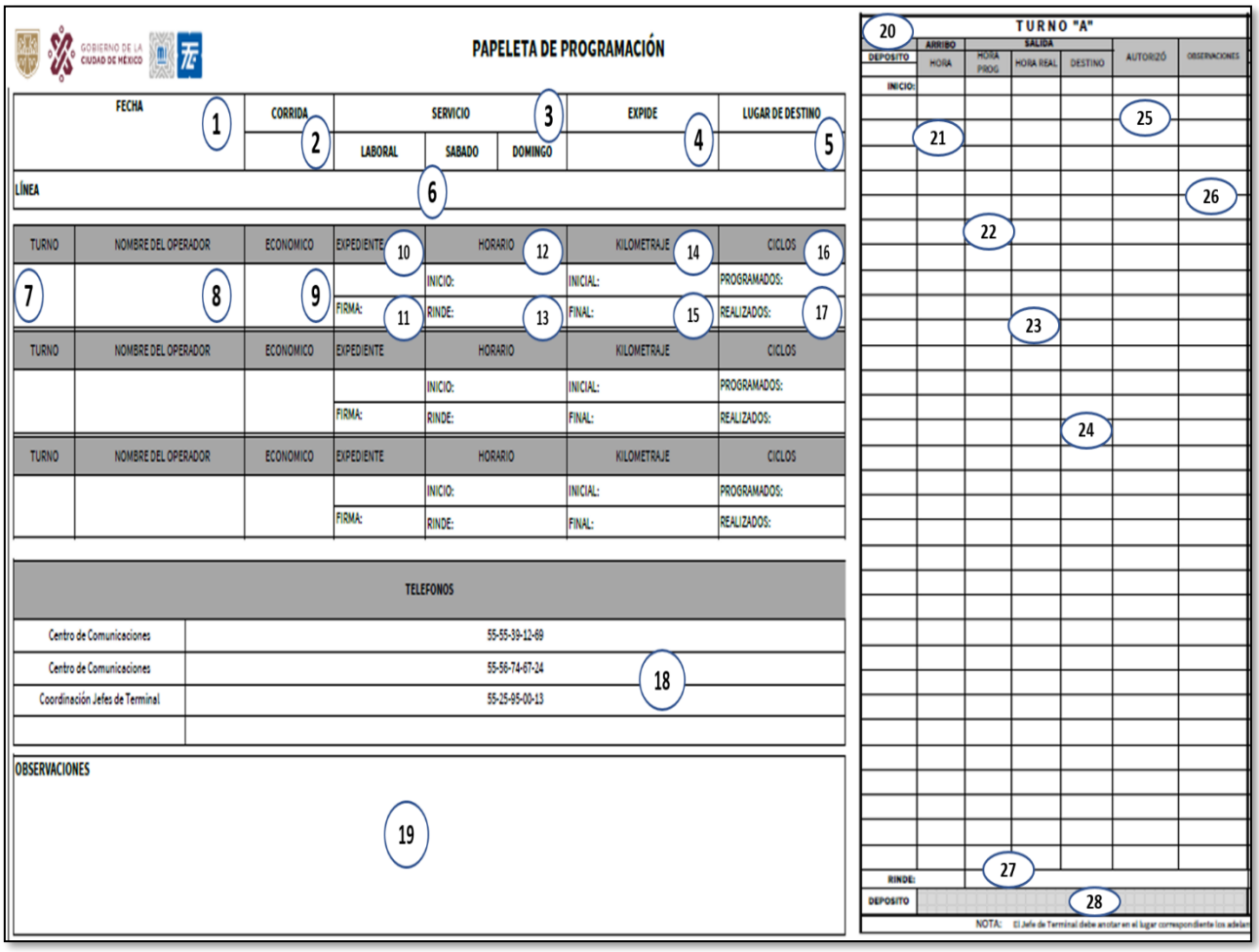


Ilustración 70 F. OP. 132 nueva papeleta de programación red de trolebuses.

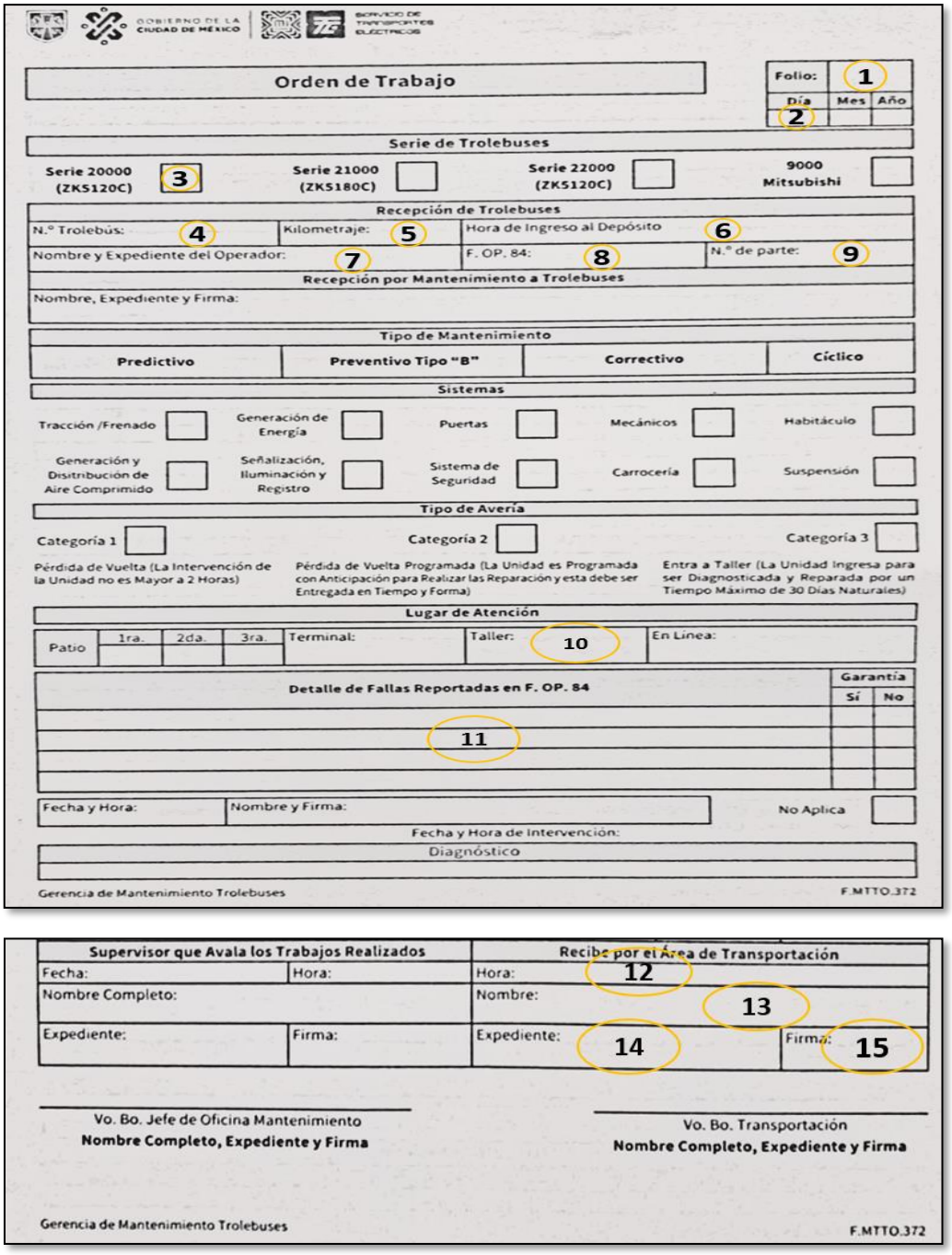
Requisitado de formato.

No	Anotaciones
1	Día, mes y año.
2	Número de la corrida que se labora.
3	Servicio que se labora.
4	Expediente de quien expide.
5	Lugar o terminal donde se inicia el destino.
6	Clave y nombre de la línea que se labora.
7	Turno que se labora.
8	Nombre completo del operador.
9	Número económico de la unidad asignada.
10	Expediente del operador.
11	Firma del operador.
12	Hora en que inicia el turno.
13	Hora en que finaliza el turno.
14	Kilometraje con que inicia el turno.
15	Kilometraje con que finaliza el turno.
16	Número de vueltas programadas en el turno.
17	Número de vueltas realizadas en el turno.
18	Números telefónicos de C.C. y coordinación de jefes de terminal.
19	Espacio para escribir anotaciones y observaciones.
20	Deposito al que pertenece la unidad.
21	Hora en que arriba la unidad a la terminal.
22	Hora programada de salida de la unidad en la terminal.
23	Hora real en que sale la unidad de la terminal.
24	Lugar donde autoriza un regreso o para ser atendida por mantenimiento.
25	Expediente y firma de quien autoriza o del jefe de terminal.
26	Observaciones por parte de Auditoria o supervisión operativa.
27	Hora, lugar y sentido en que rinde la unidad.
28	Depósito en que rinde la unidad.

Tabla 9 Requisitado F. OP. 132 nueva papeleta de programación red de trolebuses.

10. 3. F. MTTO. 372 "Orden de trabajo"

Este formato se emplea para reportar fallas detectadas en el trolebús que ameriten ser retirado del servicio e ingresarlo al Depósito, lo proporciona el personal de mantenimiento (Auxilio Vial o Mecánicos en Terminal) anotando en forma detallada el defecto que presenta la unidad y otros que haya detectado el operador.



Orden de Trabajo

Folio: 1 | Día 2 | Mes | Año

Serie de Trolebuses

Serie 20000 (ZK5120C) 3 | Serie 21000 (ZK5180C) | Serie 22000 (ZK5120C) | 9000 Mitsubishi

Recepción de Trolebuses

N.° Trolebús: 4 | Kilometraje: 5 | Hora de Ingreso al Depósito 6

Nombre y Expediente del Operador: 7 | F. OP. 84: 8 | N.° de parte: 9

Recepción por Mantenimiento a Trolebuses

Nombre, Expediente y Firma:

Tipo de Mantenimiento

Predictivo | Preventivo Tipo "B" | Correctivo | Cíclico

Sistemas

Tracción /Frenado | Generación de Energía | Puertas | Mecánicos | Habitáculo

Generación y Disitribución de Aire Comprimido | Señalización, Iluminación y Registro | Sistema de Seguridad | Carrocería | Suspensión

Tipo de Avería

Categoría 1 — Pérdida de Vuelta (La Intervención de la Unidad no es Mayor a 2 Horas)

Categoría 2 — Pérdida de Vuelta Programada (La Unidad es Programada con Anticipación para Realizar las Reparación y esta debe ser Entregada en Tiempo y Forma)

Categoría 3 — Entra a Taller (La Unidad Ingresa para ser Diagnosticada y Reparada por un Tiempo Máximo de 30 Días Naturales)

Lugar de Atención

Patio | 1ra. | 2da. | 3ra. | Terminal: | Taller: 10 | En Línea:

Detalle de Fallas Reportadas en F. OP. 84 | Garantía Sí | No

11

Fecha y Hora: | Nombre y Firma: | No Aplica

Fecha y Hora de Intervención:

Diagnóstico

Gerencia de Mantenimiento Trolebuses F.MTTO.372

Supervisor que Avala los Trabajos Realizados

Fecha: | Hora:

Nombre Completo:

Expediente: | Firma:

Recibe por el Área de Transportación

Hora: 12

Nombre: 13

Expediente: 14 | Firma: 15

Vo. Bo. Jefe de Oficina Mantenimiento
Nombre Completo, Expediente y Firma

Vo. Bo. Transportación
Nombre Completo, Expediente y Firma

Gerencia de Mantenimiento Trolebuses F.MTTO.372

Ilustración 71 F. MTTO. 372 orden de trabajo, frontal y reverso.

Requisitado de formato

No	Anotaciones
1	Número de folio.
2	Dia, mes y año de la intervención.
3	Número de serie del trolebús.
4	Número económico del trolebús.
5	Kilometraje.
6	Hora de ingreso al depósito en caso de ingresar.
7	Nombre y expediente del operador.
8	Número de folio del formato F. OP. 84, cuando se realice este.
9	Número de parte cuando exista.
10	Lugar en donde fue atendido (Patio, terminal, línea o taller).
11	Descripción de la falla.
Solo si fue atendido en terminal o sobre la línea se llena la siguiente información	
12	Hora a la que fue atendido.
13	Nombre del operador.
14	Expediente.
15	Firma del Operador.

Tabla 10 Requisitado F. MTTO. 372 orden de trabajo

10.4. F. OP. 04 “Informe diario de novedades”

El objetivo de este formato es informar los acontecimientos atípicos que se presentan en la línea de la red de trolebuses, depósitos u otros sucesos relacionados con el servicio.

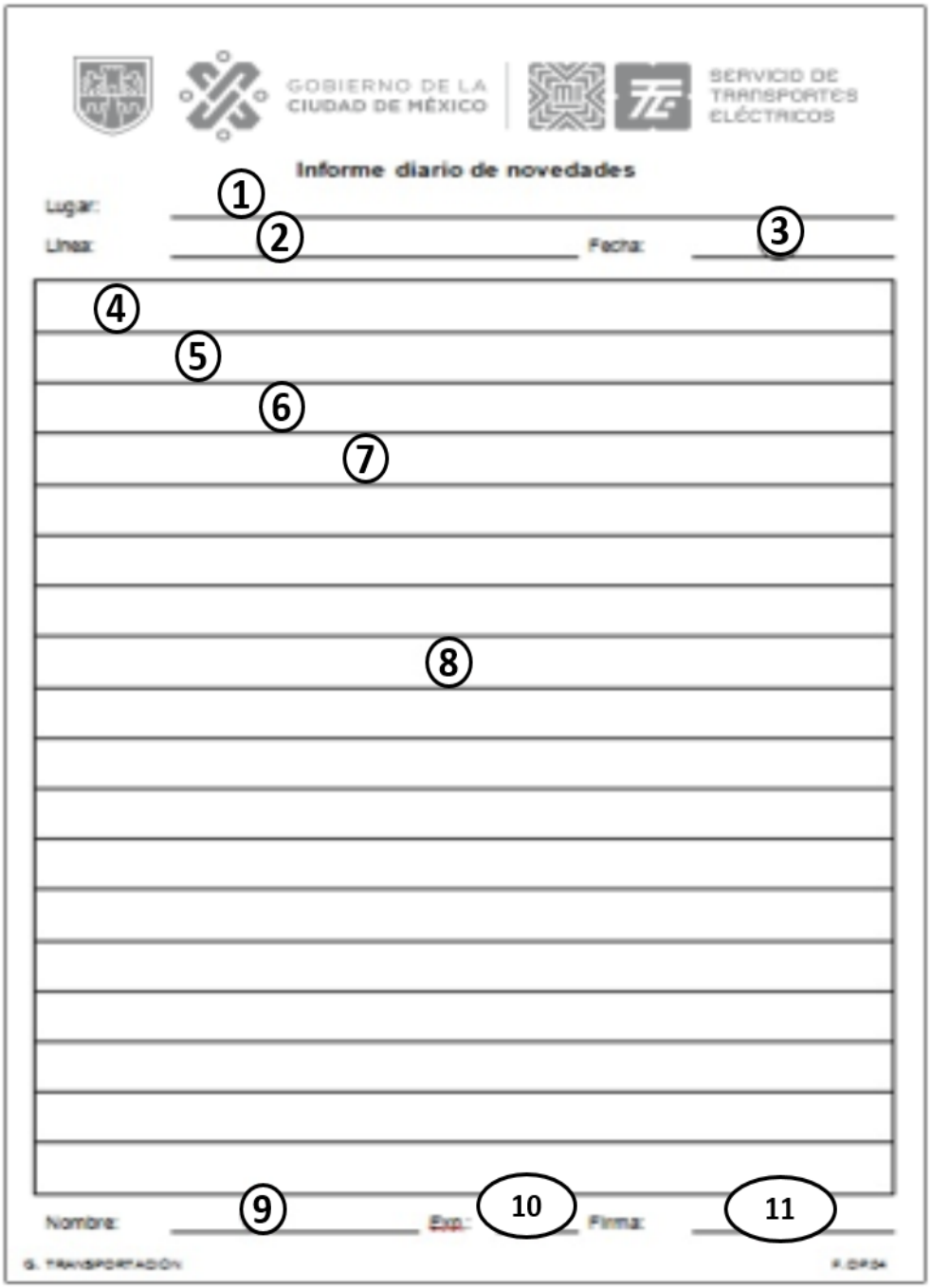


Ilustración 72 F. OP. 04 informe diario de novedades

Requisitado de formato

No	Anotaciones
1	Ubicación del evento.
2	Línea o lugar donde se suscitan los hechos.
3	Fecha en que se suscitan los hechos.
4	Nombre de la persona a quien va dirigido.
5	Cargo de la persona a quien va dirigido.
6	Escribir la palabra “Presente:”
7	Se deja un espacio en blanco.
8	Descripción del evento.
9	Nombre de quien levanta el informe.
10	Expediente de quien levanta el informe.
11	Firma de quien levanta el informe.

Tabla 11 Requisitado F. OP. 04 informe diario de novedades

10.5. F. OP. 82 “Reporte de incidentes”

Este formato se utiliza para registrar los hechos relevantes de los accidentes que se presentan en línea, deposito, inyección y/o rendida, con la finalidad de conocer la versión del operador o personal de transportación involucrado.

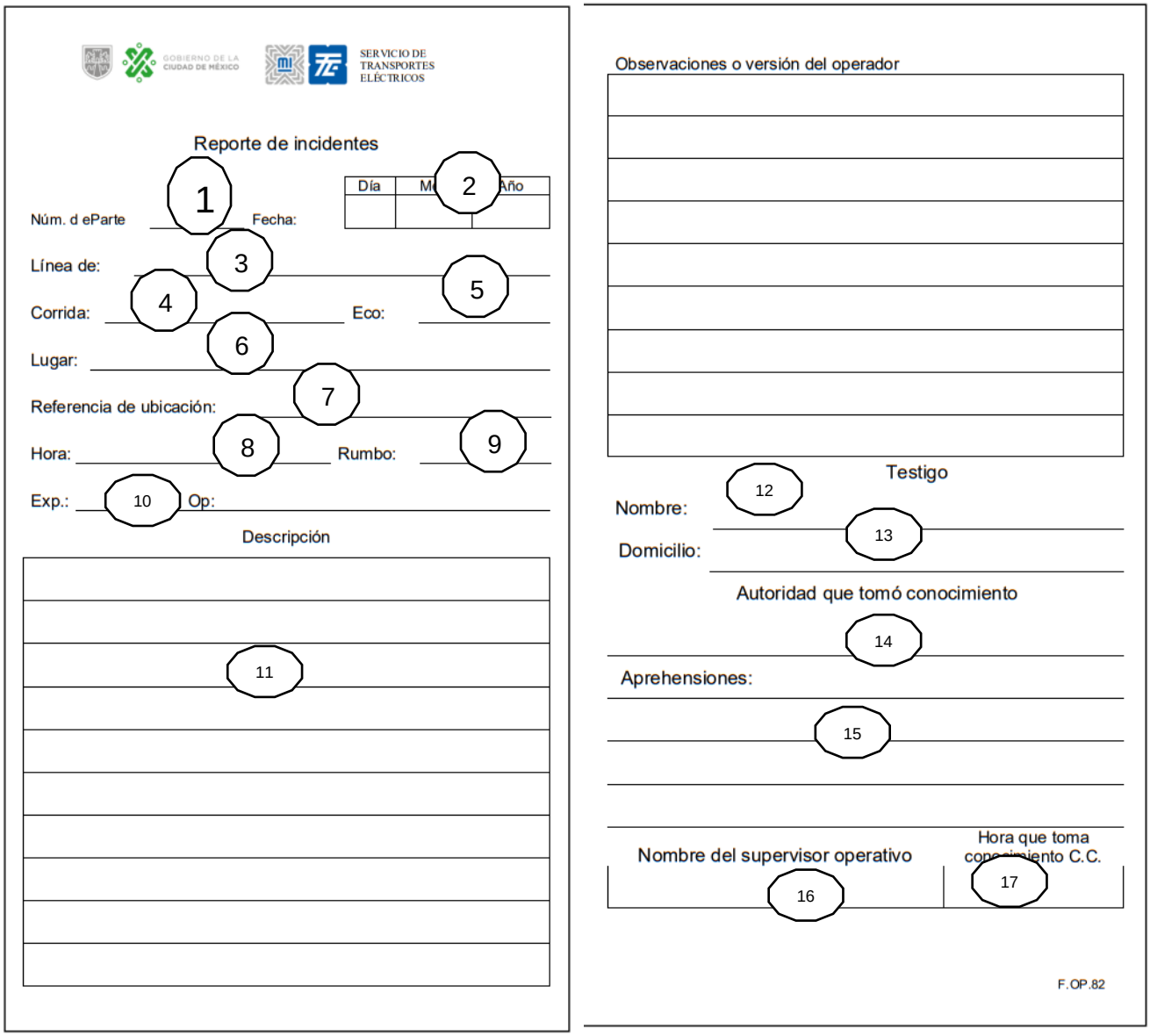


Ilustración 73 F. OP. 82 reporte de incidentes

Requisitado de formato

No	Anotaciones
1	Número de parte de incidente proporcionado por CC.
2	Día, mes y hora en que se requisito el formato.
3	Línea de la red de trolebuses donde opera la unidad.
4	Número de corrida.
5	Número de unidad.
6	Lugar donde ocurrió el incidente.
7	Número del poste donde ocurrió el incidente.
8	La hora en que ocurrió el incidente.
9	El rumbo (terminal de destino) donde ocurrió el incidente.
10	Nombre y expediente del operador.
11	Descripción del incidente.
12	Nombre del testigo.
13	Domicilio del testigo.
14	Nombre de la autoridad que tomo conocimiento del incidente.
15	Número de las personas que tuvieron que ser aprehendidas.
16	Nombre del supervisor operativo que reporto el incidente (C.C).
17	Hora en que se tomó conocimiento en el (C.C).

Tabla 12 Requisitado F. OP. 82 reporte de incidentes

10.6. F. OP. 84 "Reporte de fallas de trolebús"

El objetivo de este formato es registrar la falla mecánica o eléctrica por el que la unidad de trolebús es retirada del servicio e ingresa al depósito correspondiente para su atención por parte del área de mantenimiento.

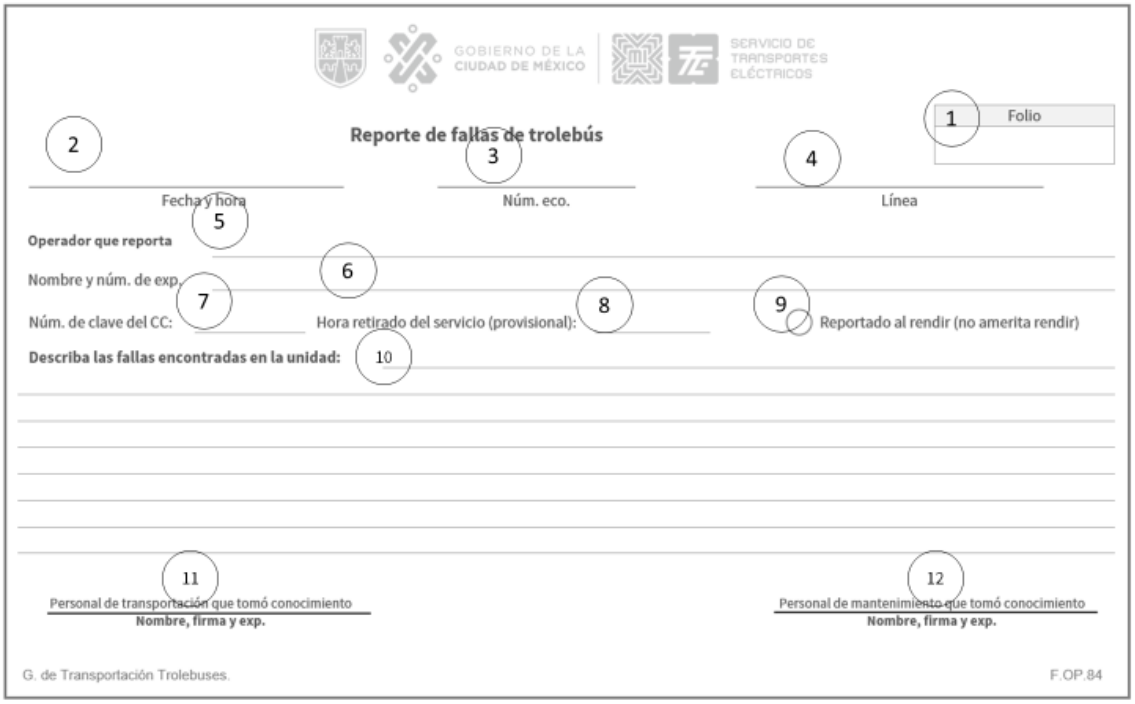


Ilustración 74 F. OP. 84 reporte de fallas de trolebús

Requisitado de formato

No	Anotaciones
1	Número de folio consecutivo que le pertenece al formato.
2	Día, mes, año y hora en que se requisito el formato.
3	Número económico de la unidad que se reporta con falla mecánica.
4	Nombre de la línea en donde laboro la unidad.
5	Nombre de la persona que reporta la falla.
6	Número de expediente de la personal que reporta la falla.
7	Numero de clave con la que autoriza el C.C el ingreso de la unidad.
8	Hora retirada del servicio provisional.
9	Reporte al rendir por defectos que no ameritan el retiro de la unidad en operación.
10	Descripción exacta de las fallas que tenga el trolebús, anotando explícitamente: Falla, sentido, calle de circulación y entre qué calles, hora y referencias de aparatos de línea elevada.
11	Nombre, firma, por parte de personal de trasportación que avala el documento.
12	Nombre, firma, por parte de personal de mantenimiento que avala el documento.

Tabla 13 Requisitado F. OP. 84 reporte de fallas de trolebús

10.7. F. OP. 85 “Asistencia diaria”

El objetivo de este formato complementa la asistencia diaria de los operadores de trolebús, así como la entrega de dotación de boletos para salir a servicio.

Además, el operador deberá verificar que sus datos sean precisos al día y corrida que según corresponda.

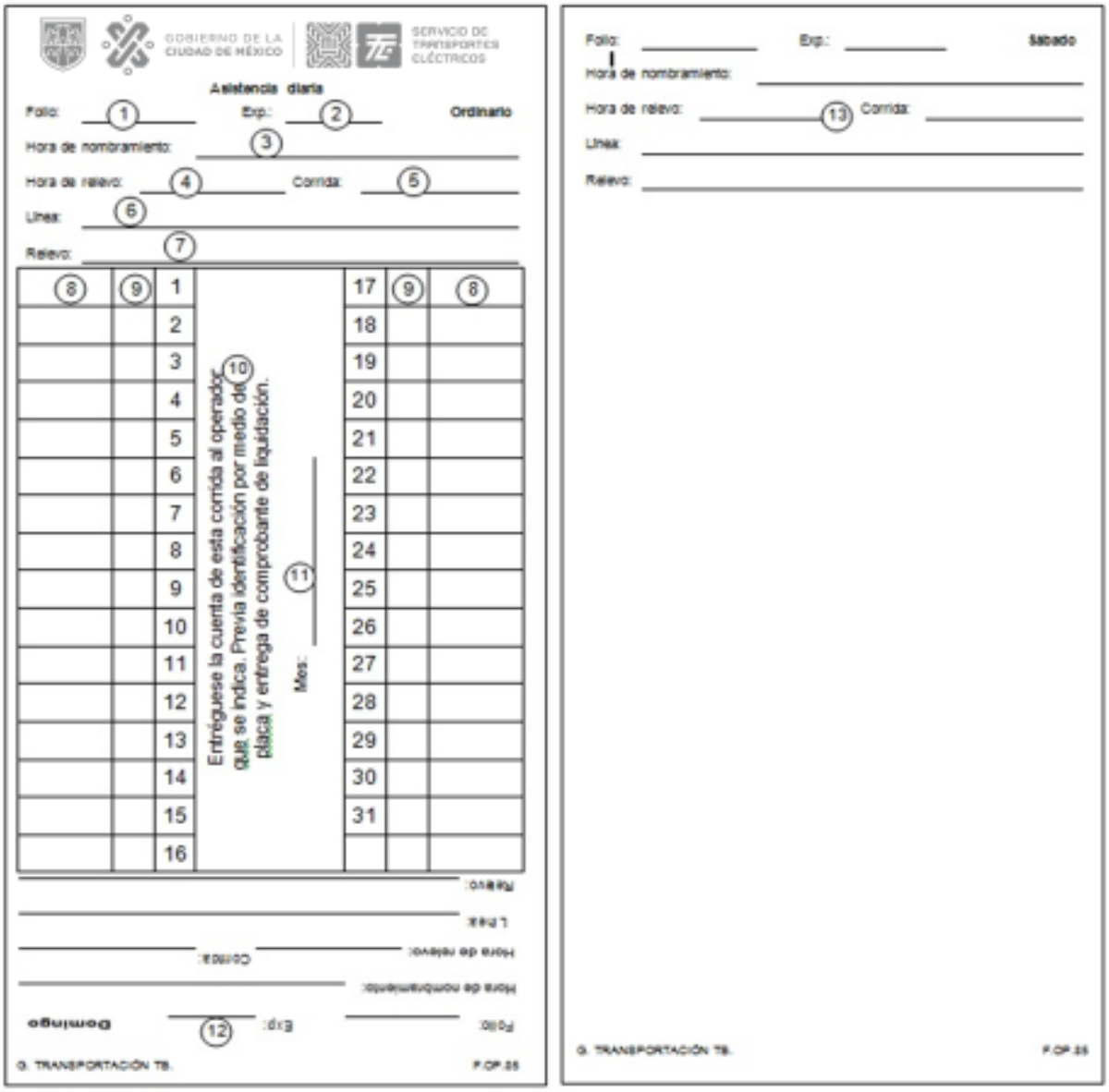


Ilustración 75 F. OP. 85 asistencia diaria

Requisitado de formato

No	Anotaciones
1	Número progresivo de la tarjeta de acuerdo con el horario.
2	Número de expediente del operador titular de la corrida.
3	La hora de llegada del operador.
4	La hora de llegada al lugar del relevo.
5	El número de corrida asignada al operador.
6	El nombre de la línea que le corresponde a la corrida a comenzar.
7	Lugar de relevo de la corrida.
8	Expediente del operador en turno que trabajo la corrida (marcarlo con tinta de color negro de lunes a viernes, en rojo cuando es domingo y en color verde el sábado).
9	Rúbrica o garabato del despachador que avala la asistencia del operador en turno.
10	Número de expediente del operador que trabaja los descansos del operador titular de la corrida.
11	Mes que corresponde la tarjeta.
12	Se repite del punto 1 al 9 (color rojo).
13	Se repite del punto 1 al 9 (color verde).

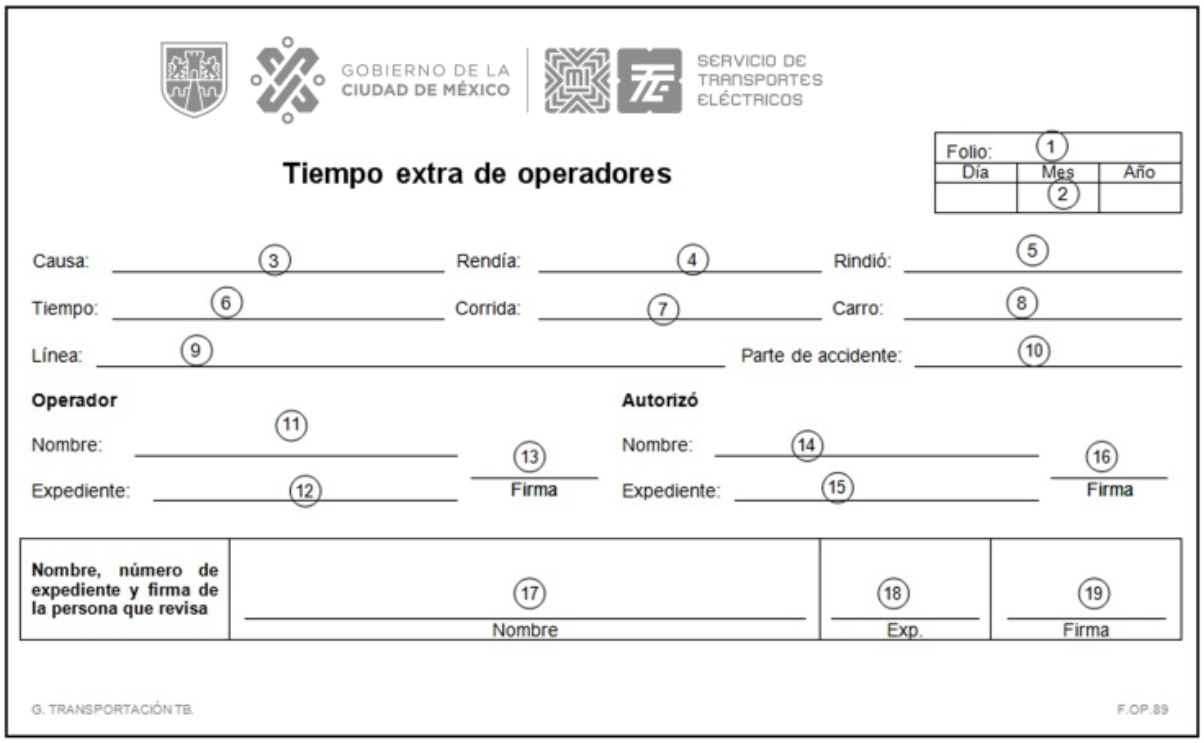
Tabla 14 Requisitado F. OP. 85 asistencia diaria

10.8. F. OP. 89 "Tiempo extra de operadores"

El formato de tiempo extra de operador es un registro de control cuando el operador de trolebús ha excedido la hora estipulada de finalización de su jornada, pero, por necesidades del servicio, este debe seguir operando.

El formato es requisitado por la autoridad superior como el jefe de terminal, despachador/expedidor o supervisor.

Es obligación del operador verificar que todos sus datos hayan sido asentados correctamente al momento de firmar de conformidad.


GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
SERVICIO DE TRANSPORTES ELÉCTRICOS

Tiempo extra de operadores

Folio: (1)

Día	Mes (2)	Año

Causa: (3) Rendía: (4) Rindió: (5)

Tiempo: (6) Corrida: (7) Carro: (8)

Línea: (9) Parte de accidente: (10)

Operador

Nombre: (11) (13) Firma

Expediente: (12)

Autorizó

Nombre: (14) (16) Firma

Expediente: (15)

Nombre, número de expediente y firma de la persona que revisa	(17) Nombre	(18) Exp.	(19) Firma

G. TRANSPORTACIÓN TB. F.OP.89

Ilustración 76 F. OP. 89 tiempo extra de operadores

Requisitado de formato

No	Anotación
1	Número de folio.
2	Día, mes y año de la semana que se requisito el documento.
3	Causa del tiempo extra.
4	Término de la jornada laboral.
5	Hora real de ingreso al depósito.
6	Diferencia entre el ingreso al depósito y la hora de rendida (minutos).
7	El número de la corrida asignada.
8	Número de trolebús asignado.
9	Nombre de la línea.
10	Número de parte de accidente.
11	Nombre del operador.
12	Número de expediente del operador.
13	Firma del operador.
14	Nombre de la persona que autorizó el tiempo extra.
15	Número de expediente de la persona que autorizó el tiempo extra.
16	Firma de la persona que autorizó el tiempo extra.
17	Nombre de la persona que revisa el formato.
18	Número de expediente de la persona que revisa el formato.
19	Firma de la persona que revisa el formato.

Tabla 15 Requisitado F. OP. 89 tiempo extra de operadores

10.9. F. OP. 105 "Averías y accesorios faltantes trolebuses"

El objetivo principal de este formato es el de tener un control actual de las averías o faltantes de cada unidad de trolebús.

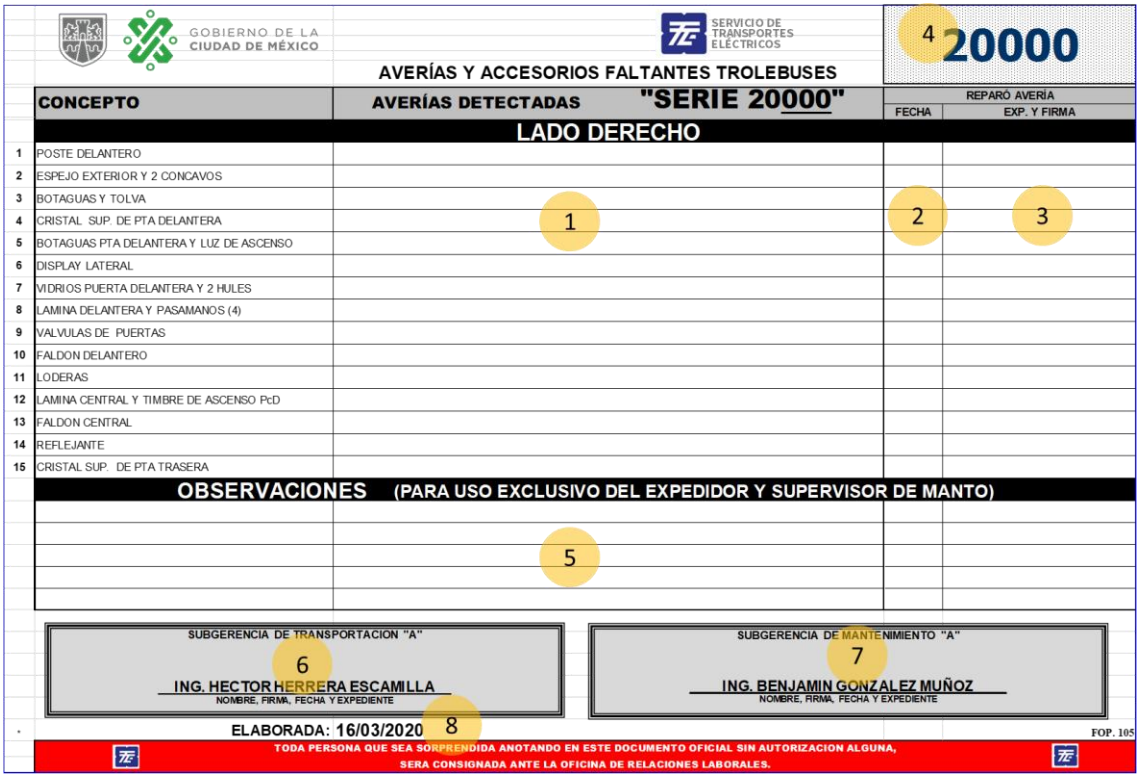


Ilustración 77 F. OP. 105 averías y faltantes al trolebús

No	Anotaciones
1	La avería detectada con sus dimensionamientos y/o los accesorios faltantes con firma del expedidor y supervisor de mantenimiento.
2	Fecha de la reparación de la avería
3	Número de expediente y firma del supervisor de mantenimiento
4	Número económico de la unidad de Trolebús
5	La avería, daño o accesorio faltante con sus dimensiones, así como el nombre, firma y expediente del expedidor y supervisor de Mantto.
6	Nombre, firma, fecha y expediente
7	Nombre, firma, fecha y expediente
8	Fecha de elaboración

Tabla 16 Requisitado F. OP. 105 averías y faltantes al trolebús

10.10. FAD 293 “Permisos y suspensiones”

Este formato es requisitado por la División a que esté asignado el operador únicamente firmará de enterado y conforme en los casos de falta(s) o permiso(s).



CDMX
CIUDAD DE MÉXICO
STE CDMX

Faltas y permisos

Ciudad de México., a ____ de _____ de 20 _____

Subgerencia de administración de personal

Nombre completo del trabajador _____ Exp. _____

que trabaja como _____ área de TRANSPORTACION

_____ días que falto con-sin causa justificada de _____ a _____

_____ días de permiso sin goce de sueldo de _____ a _____

Enterado y conforme

Interesado	Representante de la A.T.M.	Subgerente

Original y copia para la subgerencia de administración de personal
Copia de subgerencia de nómina
Copia del área interesada

S. ADMÓN PERSONAL F.AD. 293

Ilustración 78 Formato F. AD. 293 faltas y permisos

11. Subestaciones eléctricas rectificadoras

Es la red de suministro eléctrico necesario para la tracción de las unidades de trolebuses y tren ligero pertenecientes al Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México está conformada por 46 Subestaciones Eléctricas Rectificadoras, las cuales se encuentran distribuidas de manera estratégica.

El suministro se realiza reduciendo y transformando el voltaje entregado por la compañía suministradora (CFE) de 23,000 Volts de Corriente Alterna a 600 volts de corriente directa para trolebús y 750 volts de corriente directa para tren ligero; así mismo, lo distribuye por las diferentes líneas a través de la línea elevada y un sistema de catenaria, dividido en secciones eléctricas.

Gabinete 4 áreas:

1. **Alta tensión:** El suministro de los 23,000 VCA. que proporciona la CFE.
2. **Rectificación:** Reduce y transforma el voltaje entregado de VCA a VCD.
3. **Distribución:** Distribuye el voltaje a través de la línea elevada.
4. **Control:** Monitorea el suministro de energía eléctrica en las diferentes líneas.



Ilustración 79 Gabinetes en la subestación



Ilustración 80 Transformador de potencia

Subestación: Es el conjunto de equipos integrados donde aterriza la acometida de 23 000 VCA que nos proporciona la Comisión Federal de Electricidad, donde se rectifica y se distribuye a través de la línea elevada para su consumo.

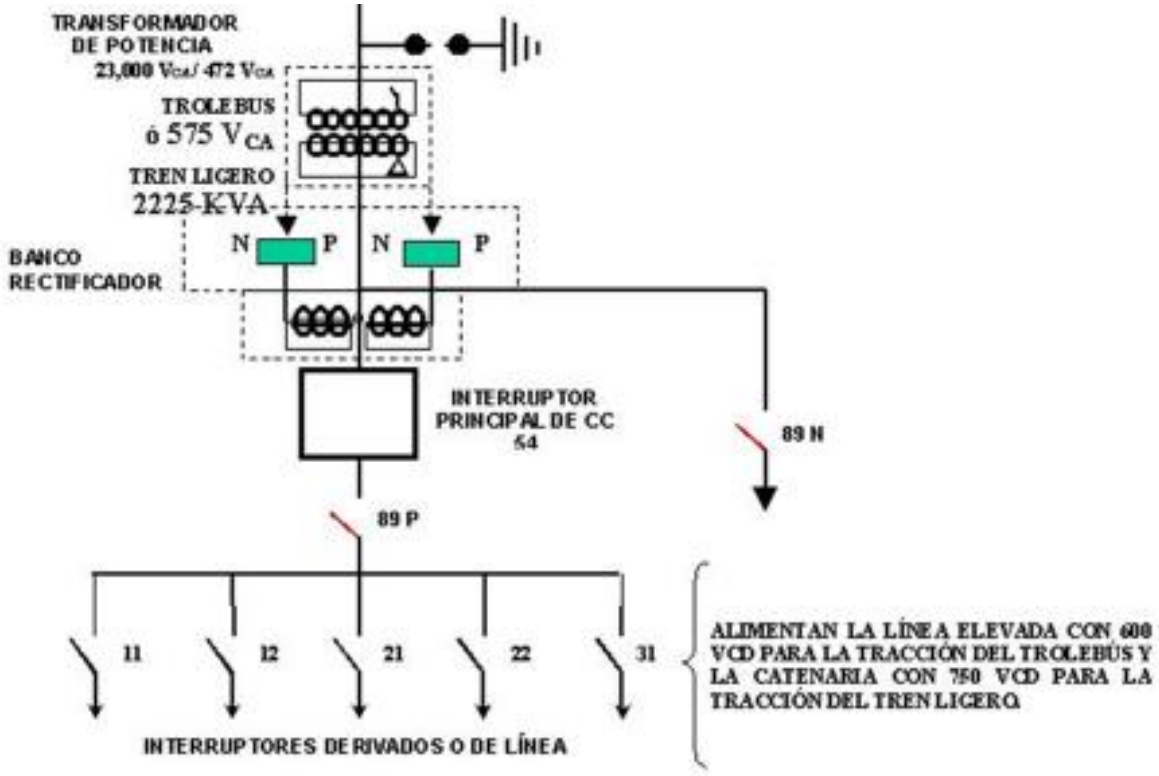


Ilustración 81 Diagrama unifilar de una subestación eléctrica

11.1. Secciones eléctricas.

Normalmente cada subestación rectificadora, utiliza 4 interruptores de corriente directa, con una longitud de alimentación eléctrica de 2,500 metros y un quinto interruptor se tiene como reserva, el cual se debe utilizar como una interconexión directa entre subestaciones.

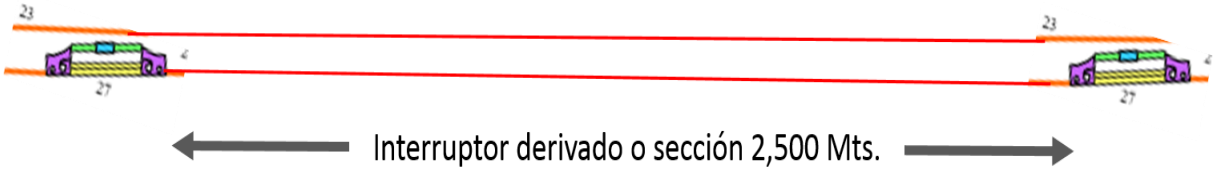


Ilustración 82 Ejemplo de la distancia de una sección.

12. Infraestructura de línea elevada

La línea elevada se define como un conjunto de instalaciones eléctricas (cables, cambios, aisladores, tirantes, etc.); así como de accesorios de manufactura, utilizados para suministrar la energía eléctrica a las unidades de trolebús.

Actualmente, la responsabilidad de mantener en condiciones operables la línea elevada, es la **Subgerencia de Mantenimiento a Instalaciones Eléctricas**, misma que actualmente, se encuentra organizada de tal manera, que en cada turno permanezca una cuadrilla de mantenimiento correctivo para las atenciones inmediatas que exija la operación y el organismo.

De la misma manera es llevado a cabo el mantenimiento preventivo, el cual se encuentra programado y se ejecuta como mínimo una vez al mes en cada ruta en operación. En la actualidad se está cambiando por el de aluminio.

La distribución de la red eléctrica de trolebuses para cada línea donde inicia su recorrido, a partir de una subestación eléctrica de rectificación, siendo esta la encargada de suministrar a través de sus interruptores derivados la alimentación de 600 volts de corriente directa, que serán utilizados en la tracción de trolebuses, quedando bajo la responsabilidad del área de línea elevada llevar a cabo la distribución de alimentadores con objeto de evitar al máximo quejas por bajo voltaje.

A partir de las salidas de los dispositivos de seguridad de una subestación (interruptores derivados), la energía es distribuida (600 VCD) a la red de trolebuses a través de la infraestructura de la línea elevada.



Ilustración 83 Personal de línea elevada

12.1. Elementos de línea elevada.

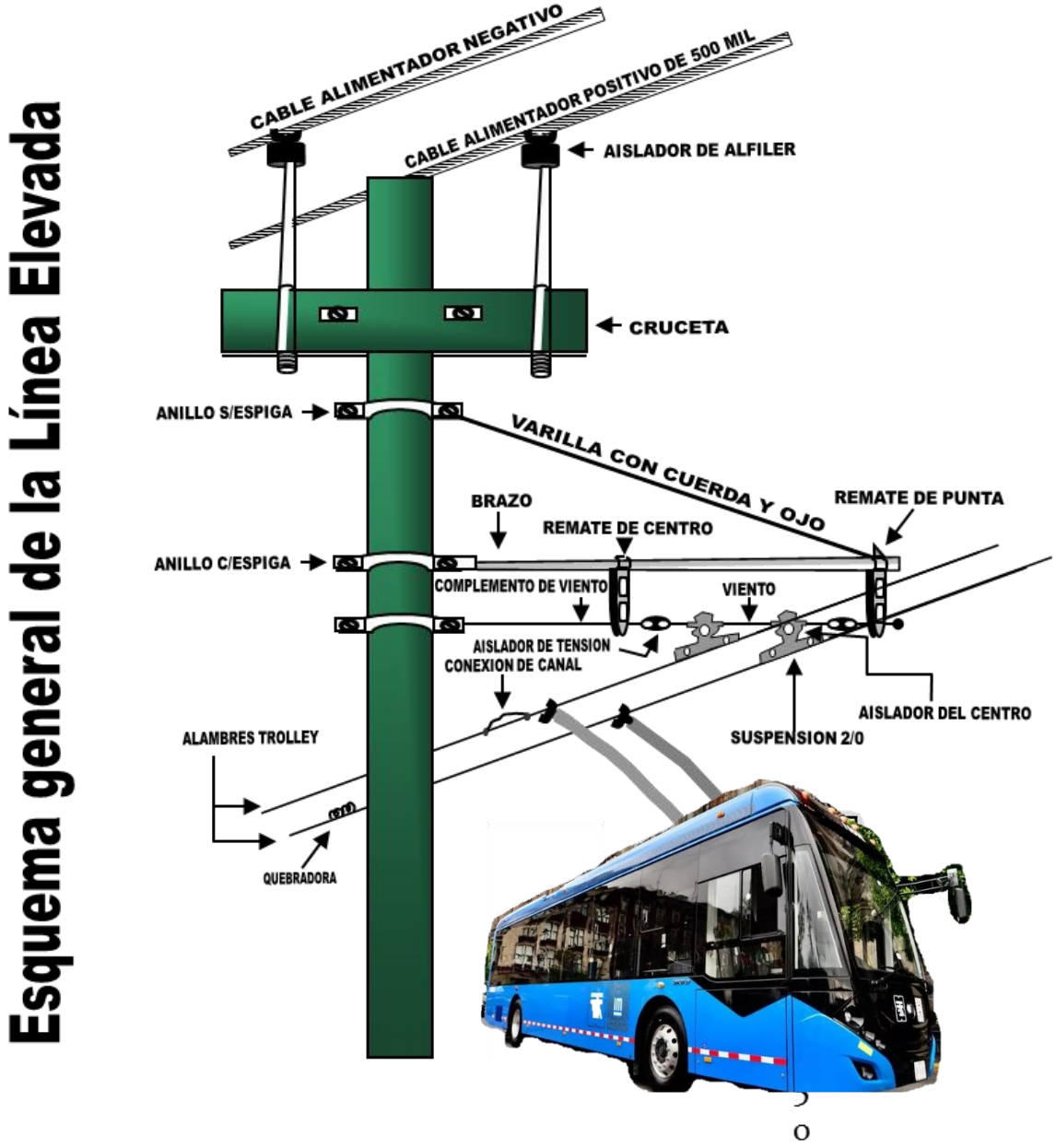


Ilustración 84 Esquema general de la línea elevada de STE

12.2. Distancia interpostal.

En la ciudad de México, la distancia interpostal está normalizada y debe considerarse un máximo de 30 metros.

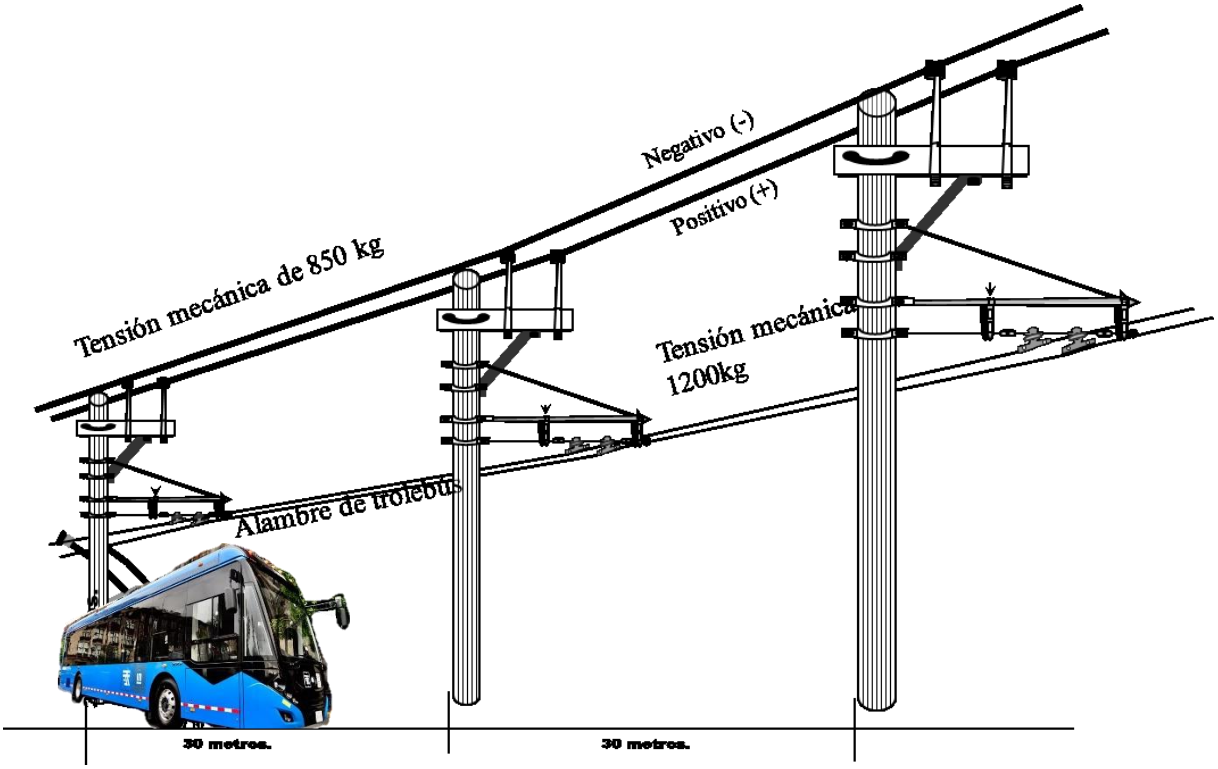


Ilustración 85 Esquema distancia interpostal servicio de trolebús

El alambre trolley es de un calibre 2/0, mismo que al ser tendido, durante su instalación se le debe dar tensión mecánica de 1200 kilogramos, a la mitad de la longitud tendida y al final del carrete. La separación del alambre trolley entre positivo y negativo es de 61 cm (24 Pulgadas)

El cable alimentador es de cobre desnudo de calibre 500 MCM o 1000 MCM, mismo que al instalarse recibe una tensión mecánica de 850 kilogramos.

12.3. Alimentación al alambre trolley.

En las ménsulas (brazos), que fueron instaladas previamente, por norma a cada 120 metros se instalarán alimentaciones eléctricas del cable alimentador al alambre de trole.

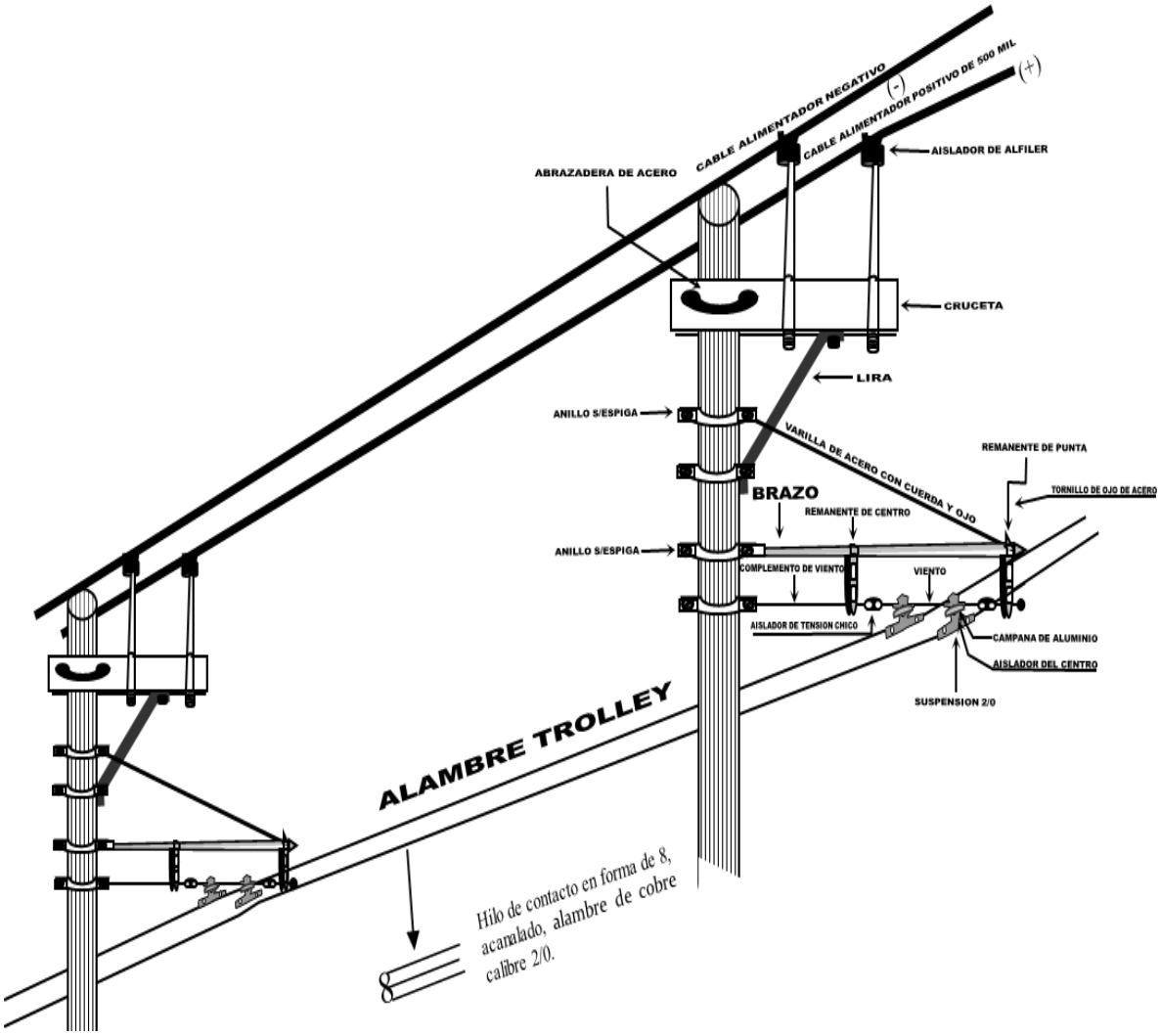
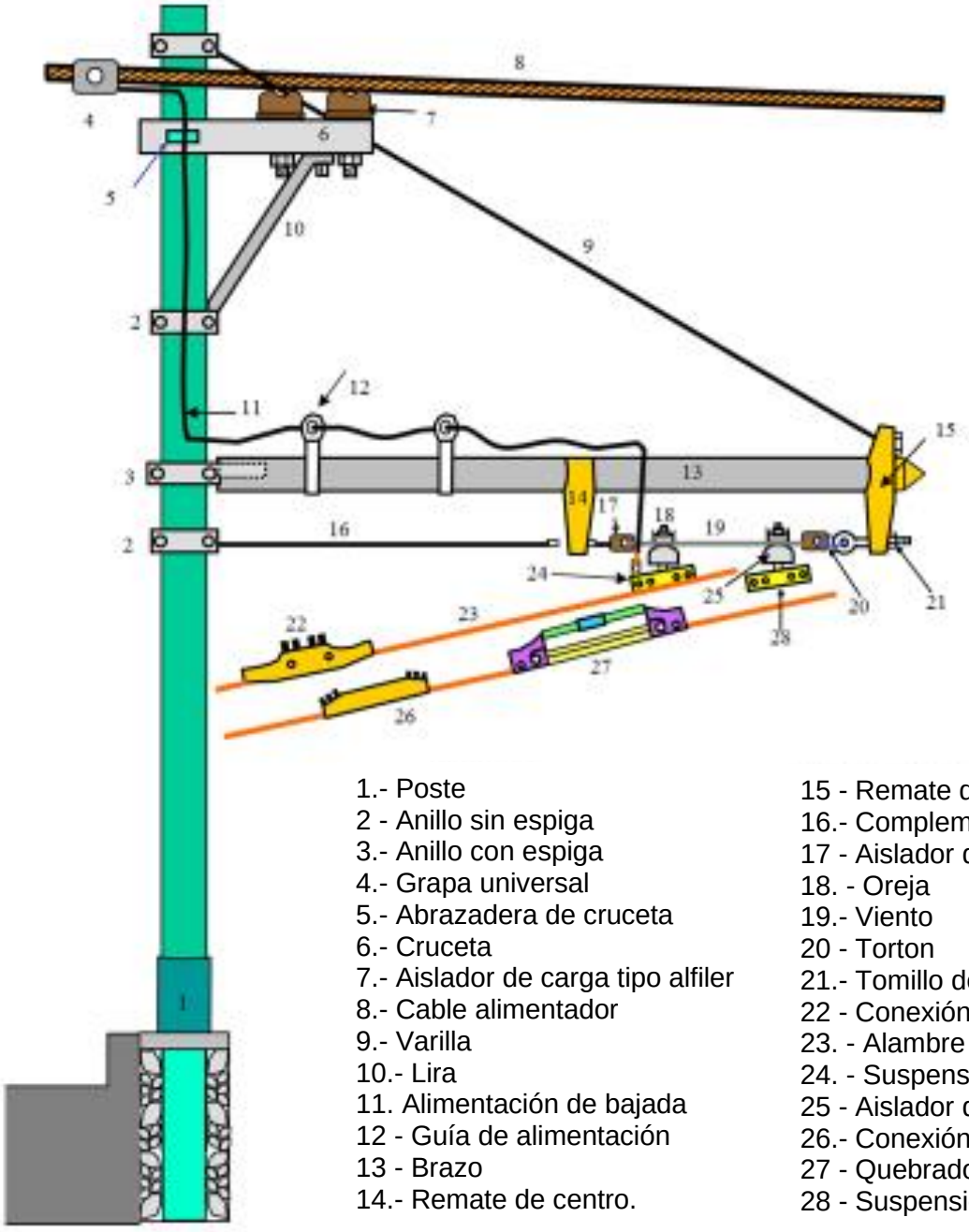


Ilustración 86 Esquema alimentación al alambre trolley

12.4. Poste Revestido.



1.- Poste
2 - Anillo sin espiga
3.- Anillo con espiga
4.- Grapa universal
5.- Abrazadera de cruceta
6.- Cruceta
7.- Aislador de carga tipo alfiler
8.- Cable alimentador
9.- Varilla
10.- Lira
11. Alimentación de bajada
12 - Guía de alimentación
13 - Brazo
14.- Remate de centro.
15 - Remate de punta
16.- Complemento de viento
17 - Aislador de tensión
18. - Oreja
19.- Viento
20 - Torton
21.- Tomillo de ojo
22 - Conexión de embutir
23. - Alambre trole
24. - Suspensión alimentadora
25 - Aislador de campana
26.- Conexión de canal
27 - Quebradora
28 - Suspensión (punto duro)

Ilustración 87 Esquema de las partes del poste vestido para el servicio de trolebús

12.5.Seccionador (quebradora).

Un seccionador o quebradora es una pieza que sirve para aislar eléctricamente la polaridad positiva entre dos secciones alimentadoras, esta generalmente es colocada en la frontera de las secciones y siempre debe estar en el polo positivo (lado izquierdo) de acuerdo con la circulación normal del trolebús, se deberá pasar sin acelerar ni frenar, a una velocidad máxima de 10 km/h. dentro del depósito y sobre la línea a una velocidad de máxima de 15 km/h.

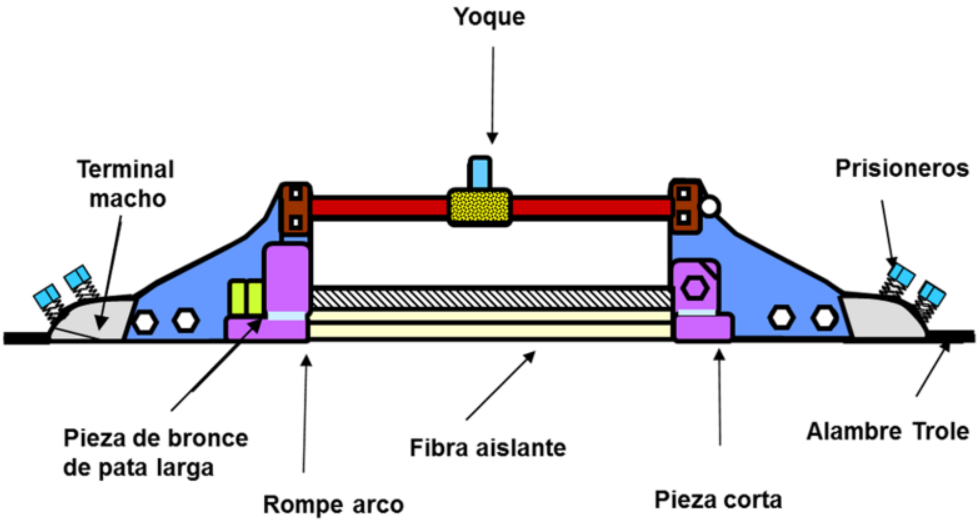


Ilustración 88 Esquema de un seccionador (quebradora)

12.6. Crucero ajustable de 66° a 90°

Aparato de línea elevada donde se cruzan 2 líneas, las cuales llevan direcciones diferentes, se deberá pasar sin acelerar ni frenar, a una velocidad máxima de 10 km/h. dentro del depósito y sobre la línea a una velocidad de máxima de 15 km/h.

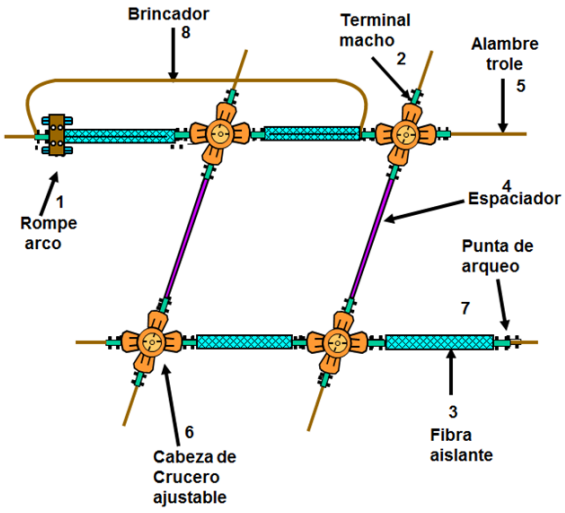


Ilustración 89 Esquema de un crucero ajustable para el servicio de trolebús

12.7. Cambio mecánico (empalme).

Es un dispositivo de línea elevada que sirve para incorporase a una línea o ruta, viniendo de otra, se deberá pasar sin acelerar ni frenar, a una velocidad máxima de 10 km/h. dentro del depósito y sobre la línea a una velocidad de máxima de 15 km/h.

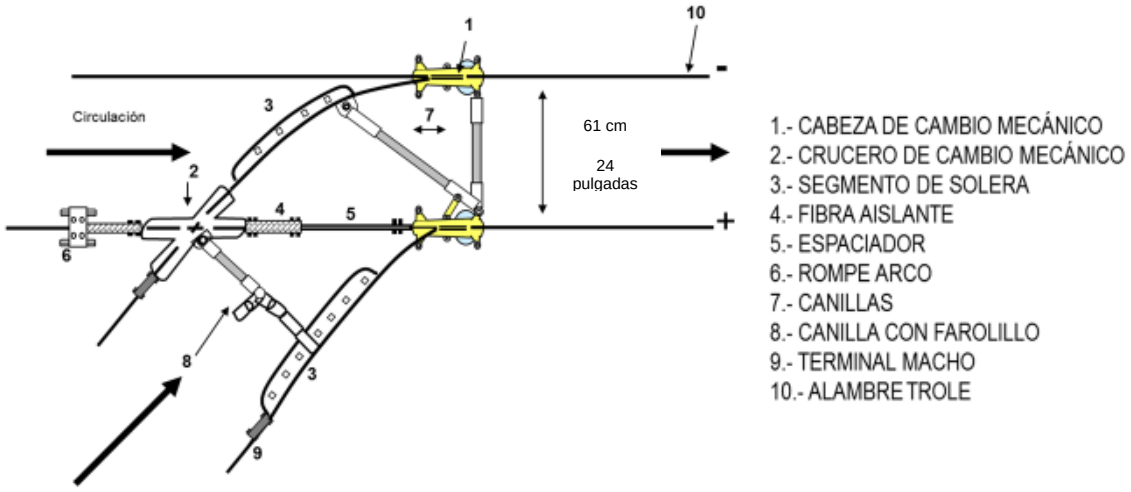


Ilustración 90 Esquema cambio mecánico (empalme)

12.8. Cambio automático.

Aparato de línea elevada que se utiliza para cambiar de dirección, dándole la debida posición a la unidad de Trolebús, se deberá pasar sin acelerar ni frenar, a una velocidad máxima de 10 km/h. dentro del depósito y sobre la línea a una velocidad de máxima de 15 km/h.

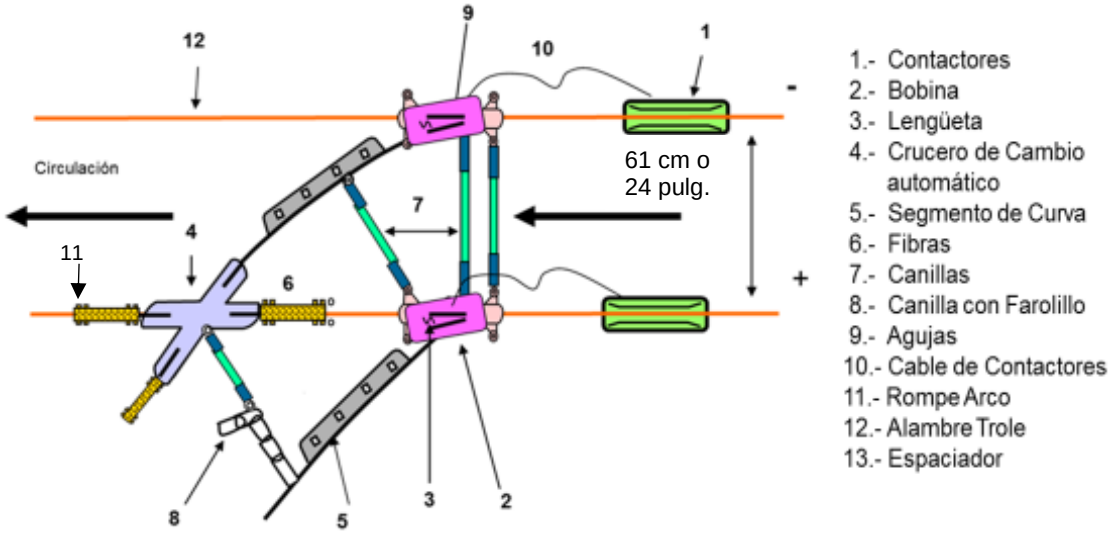
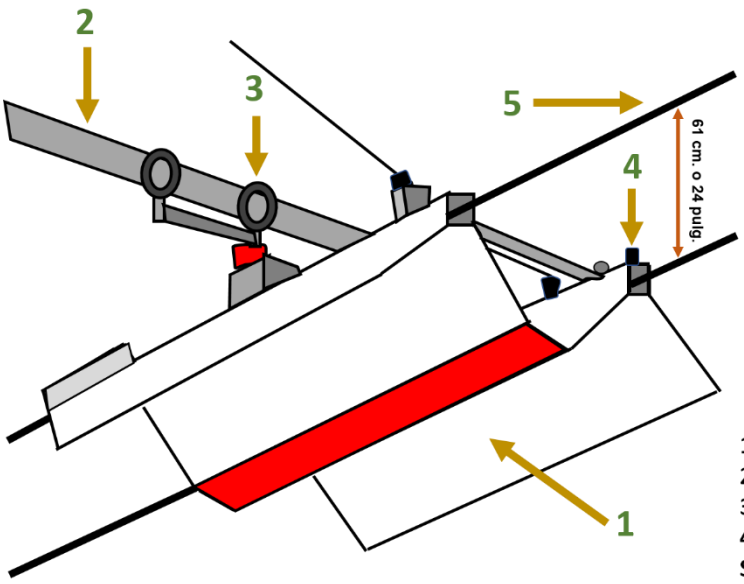


Ilustración 91 Esquema cambio automático

12.9. Colector de Polos.

Aparato de línea elevada que se utiliza para conectar en forma automática los postes colectores (Troles) a la línea elevada (Catenaria), tomando en cuenta las referencias instaladas en la cinta asfáltica principalmente, se deberá pasar sin acelerar ni frenar, a una velocidad máxima de 10 km/h. dentro del depósito y sobre la línea a una velocidad de máxima de 15 km/h.



1.- Colector de Polos.
2.- Brazo.
3.- Sujetadores.
4.-tornillos Sujetadores
5.- Alambre Trole.

Ilustración 92 Esquema Colector de Polos

Nota: En la practica el seccionado (quebradora) y el colector de polos son los únicos que se pueden pasar a una mayor velocidad, sin acelerar ni frenar, pero sin exceder demasiado la velocidad.
En términos de Teoría todos los aparatos de línea elevada (catenaria) se deben de pasar en el depósito a 10 km/h. y sobre la línea a 15 km/h. (los aparatos de línea elevada se pasan entre 10 a 15 km/h.).

12.10. Averías en la línea elevada.

Las fallas y averías en línea pueden tener diferentes magnitudes, desde las que permiten la continuidad del servicio tomando algunas precauciones, hasta las que interrumpen el servicio en varias líneas.

Es importante para el supervisor saber identificar este tipo de averías para evaluar la gravedad de la situación y por lo tanto ejecutar las acciones adecuadas. Cuando se atiende este tipo de incidentes es necesario tomar en cuenta, siempre que el manejo de la energía eléctrica, aun para personal experto, implica riesgos, por lo que las precauciones deberán ser máximas.

Las averías más comunes son las siguientes:

1. Viento roto
2. Línea colgada
3. Solera chueca, desprendida o rota
4. Puntas al suelo
5. Cruzamientos con cables ajenos al servicio.

12.10.1. Viento roto.

Este es un tramo de cable galvanizado de ¼” que sujeta y soporta los alambres trolley. Este dispositivo llega a romperse por un trolazo, cuando ocurre en forma aislada no suele ser causa suficiente para detener el servicio, ya que este puede ser pasado despacio o en modo autonomia (batería), sin embargo, puede causar más descarrilamientos y fallas más graves si no es atendido. El viento roto suele ser acompañado de un desprendimiento de los aisladores de campana, a esta falla se le llama “línea desprendida”



Ilustración 93 Viento roto

12.10.2. Línea colgada.

Este desperfecto suele estar asociado al viento roto, los brazos desprendidos o los tirantes rotos. Todos estos son soportes para el alambre trole, que, al estar desprovistos de la sujeción, se curvan hacia abajo.

Esto puede ser grave en la medida en que más de un dispositivo está roto o fallando, si los tramos de línea colgada son muy largos, puede ser necesario impedir el paso del servicio en la zona afectada.



Ilustración 94 Línea y segmento de curva colgados

12.10.3. Solera chueca, desprendida o rota.

Las soleras son trozos de metal empleados en las zonas donde la línea hace una curva. Una falla en la solera puede ocasionar un trolazo y por ello fallas más graves.

Cuando este desperfecto se presenta, generalmente es posible pasar el servicio en modo autonomia (batería), sin embargo, cuando las condiciones viales son muy difíciles, es preferible interrumpir el paso y trabajar con regresos.



Ilustración 95 Segmento de curva roto casi al piso

12.10.4. Puntas al suelo.

Con este término se indica el rompimiento del alambre trole, que pueden ser el de un solo polo o ambos. Dependiendo del número de trozos en que se rompe y por tanto de puntas colgando, es que se indica si hay de una a cuatro puntas al suelo. Generalmente es una falla grave que impide el paso del servicio.



Ilustración 96 Puntas al suelo.

12.10.5. Cruzamiento con cables ajenos al servicio.

La mayoría de las veces esta es una falla grave, sobre todo si el cruzamiento, es decir el contacto físico entre los cables de la línea (sobre todo los alimentadores) y los cables de CFE, es con cables de 23kv. Este tipo de fallas por lo regular causan interrupción del servicio y son peligrosas tanto para los componentes eléctricos de los trolebuses, como para los aparatos eléctricos ubicados en los alrededores de lugar donde ocurre el percance.



Ilustración 97 Cruzamiento con cables.

Existen más tipos de fallas, a veces se presenta una en forma aislada o varias en forma combinada. En general todos los componentes de la línea, suspensiones, postes, tirantes transversales, cambios automáticos, etc., son susceptibles de ser dañados. Las causas más comunes de fallas son señaladas a continuación:

- Trolazo.
- Vehículos de carga alta.
- Fenómenos naturales: fuertes Vientos, rayos, ceniza volcánica, etc.



Ilustración 98 Ramas sobre la línea del trolebús.

12.10.6. Protocolo de protección a la línea elevada por daño

Si se descompuso la unidad:

1. Busca un lugar seguro donde estacionarlo (en lo posible).
2. No trates de arreglar el daño.
3. Avisa al usuario y pásalos a otra unidad.
4. Espera que llegue el auxilio vial, ellos te informaran que acción realizar.
5. No maromees los trolebuses.

Si existe daño a la línea elevada:

1. Informa al CC y sigue las instrucciones si es necesario protege el lugar y pasa el servicio.
2. Si el daño fue causado por un tercero:
    a. Toma nota de los datos generales de testigos que hayan presenciado el hecho, así como la descripción.
    b. En caso de que tu hayas tomado conocimiento de los hechos, deberás dirigirte a la agencia del ministerio público de la zona a iniciar la averiguación previa correspondiente en contra de quien o quienes resulten responsables.

13. Procedimientos operativos

A lo largo de la jornada laboral, encontraremos los siguientes procedimientos para la correcta prestación del servicio.

13.1. Procedimiento de revisión y preparación trolebús

1.- El operador de trolebús deberá de encender el Interruptor de alimentación ubicado en la parte posterior del costado derecho del trolebús



Ilustración 99 Verificación de apagado total de la unidad

(Esta llave de alimentación se deberá de encontrar en modo “apagado”)

2. Abrir la tapa frontal del lado derecho y oprimir el botón de apertura de puerta durante 3 segundos



Ilustración 100 Apertura de puerta

3.- Subir a la unidad, verificar que el freno de estacionamiento se encuentre activado, realizar el orden de encendido del trolebús, encender todas las luces de la unidad y tomar el formato **F.OP:105 "Tarjeta de Averías y Accesorios Faltantes del Trolebús"** para iniciar la revisión.".

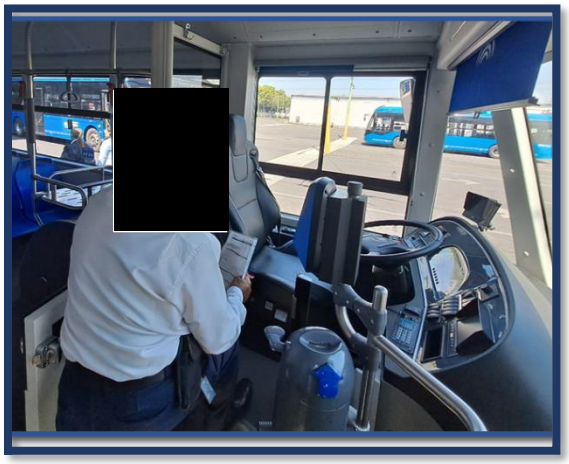


Ilustración 101 Posición de encendido

4.- El operador iniciara la revisión por el **lado derecho** siguiendo el orden de los conceptos enumerados y registrados en el formato **F.OP.105** cotejando los daños visibles en cada una de las partes del trolebús.



Ilustración 102 Movimientos para apertura de tapa delantera derecha

5.- El operador revisara la **parte posterior,** el conjunto de postes colectores y los componentes del conjunto cabezal, revisando lo siguiente:

a) Carbón
b) Porta carbón
c) Libre giro y resorte
d) Presión de trole
e) Cable de arranque (antes cable alimentador) y abrazaderas
f) Condición, longitud de cuerda y aislante de cuerda
g) Tornillos de porta carbón y de la cabeza colectora
h) La condición del poste colector



Ilustración 103 Botón de apertura de puertas

(En caso de que algo obstruya la manipulación de los postes colectores se dejará como último paso una vez concluida la revisión total del trolebús)



Ilustración 104 Poste obstruyendo la manipulación de postes

6.- El operador continuará por el **lado izquierdo y parte frontal** en el orden descrito cotejando daños y revisando cada concepto del formato **F.OP.105**



Ilustración 105 revisión de la unidad con FOP 105

7.- El operador revisará el **interior** del trolebús de adelante hacia atrás comenzando por el habitáculo del operador



Ilustración 106 Interior del trolebús

8.- Por último, revisara el tablero y el buen funcionamiento de todos sus componentes (Acomodarse el asiento, espejos, que no exista obstrucción en los pedales de aceleración y frenado, suspensión, puertas, claxon, limpia parabrisas, desempañadores, sistemas de medición, display etc. Así como realizar una prueba de aceleración, frenado y reversa)



Ilustración 107 revisión del Tablero de instrumentos

Para daños encontrados o faltantes no registrados en el formato **F.OP.105** el operador o personal facultado para la revisión de unidades deberá dar aviso al expedidor en turno y posteriormente al centro de comunicaciones (**C.C.**) quien en conjunto con mantenimiento determinaran si amerita **Número de parte** e indicara el procedimiento a seguir. Por el contrario, al encontrarse correctamente registrados dichos daños o faltantes el trolebús podrá salir a servicio o moverse al área solicitada.

Para los operadores que releven en turno **"B"** y **"C"** al encontrar daños no registrados en el formato **F.OP.105** dará aviso al jefe de terminal y posteriormente al centro de comunicaciones (**C.C.**) quien indicara la acción a seguir.

Clasificación de daños o golpes ocasionados en la lámina del trolebús

- Impregnación de pintura
- Descarapelada de pintura
- Abolladura en lamina
- Lamina rota



Ilustración 108 Pintura descarapelada segundo eje de trolebús

13.2. Protocolo cobro de pasaje con validador

13.2.1. Características del dispositivo validador

El cobro del pasaje deberá ser de manera electrónica mediante el validador.

Las partes del dispositivo validador son las siguientes:

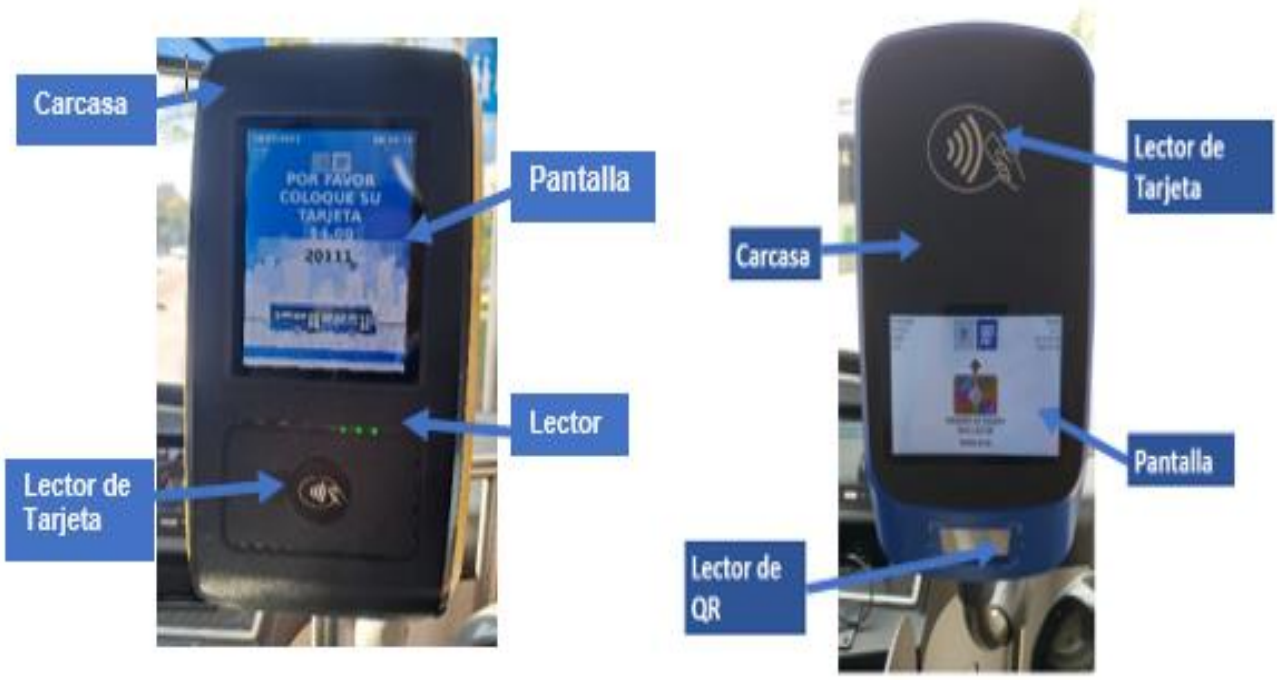


Ilustración 109 Partes del validador para cobro electrónico del pasaje

- Carcasa.
- Lector de cobro de la tarjeta.
- Lector lets y lector QR
- Pantalla.

En la pantalla aparecerá el número de económico de la unidad, el costo del pasaje, la fecha, hora, línea y el sentido del viaje que se está realizando.

Las claves del sentido son las siguientes:

Numero “1” Subida (Norte – Sur).
Número “2” Bajada (Sur – Norte).
Número “3” Subida (Oriente. – Poniente).
Número “4” Bajada (Poniente. – Oriente).

Este procedimiento es para unidades de Trolebús que cuentan con estos tipo de dispositivo.

Para inicio de turno:



INGRESAR EXPEDIENTE

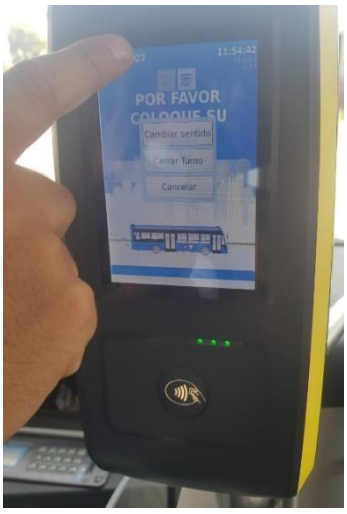


SELECCIONAR LÍNEA

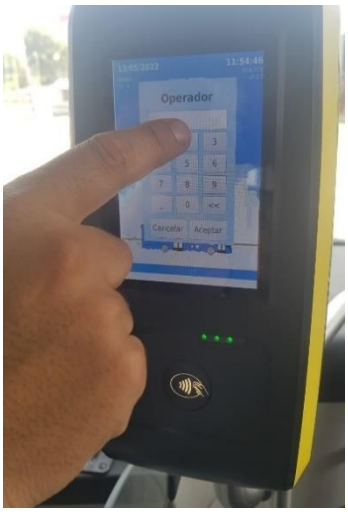


SELECCIONAR SENTIDO

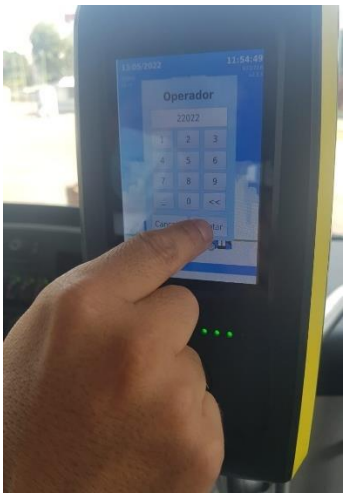
Para fin de turno:



Dar clic parte superior



Seleccionar cerrar turno



Ingresar expediente

13.2.2. Protocolo para el cobro con la Tarjeta de Movilidad Integrada.

1.- El usuario deberá de contar con la tarjeta autorizada por el Gobierno de la Ciudad de México para el cobro del pasaje.



Ilustración 110 Tarjeta de Movilidad Integrada para el cobro electrónico del pasaje

2.- El Operador de Trolebús deberá de cerciorarse de que el usuario acerque la tarjeta al lector, así mismo si el dispositivo reconoce y aprueba el cobro de la tarjeta, emitirá un sonido de aprobación, así como un testigo luminoso en color verde; de lo contrario emitirá un sonido de negación y el testigo luminoso será de color rojo.



Ilustración 111 Pago con tarjeta MI

NOTA: EL OPERADOR TIENE PROHIBIDO CUALQUIER COBRO O CONTACTO CON EL PASAJE, EN CASO OMISO SE HARÁ ACREEDOR A UNA SANCIÓN Y SERÁ CONSIGNANDO A LAS AUTORIDADES CORRESPONDIENTES.

13.3. Procedimiento para el uso de Autonomía

1. En caso de encontrar algún obstáculo debajo de la línea (accidente, vehículo descompuesto, etcétera), que no permita el paso en modo trolebús de la unidad, podrá seleccionar el interruptor y retraer ambos postes colectores de forma segura, después deberá brincar el obstáculo y conectará ambos Postes colectores de forma manual, esto con la finalidad de seguir dando servicio en modo trolebús. Sin reportarse al C.C. En caso de hacer mal uso de la autonomía sin justificación alguna, será consignado a Relaciones Laborales.
2. En caso de ausencia de corriente de 600 VCD en la línea, el operador deberá reportarse al C.C. y solicitará la autorización para el uso en modo batería (Autonomía), y realizará la acción de retracción de ambos Postes colectores de forma segura, cruzará la zona que se encuentra sin corriente según lo indique el C.C. y conectará ambos postes colectores de forma segura para dar continuidad al servicio en modo trolebús.
3. Cuando el operador se encuentre con paso interrumpido por marcha, plantón, inundación, etc., se reportará al C.C. para recibir indicaciones para el uso de modo batería (Autonomía), retraerá sus postes colectores de forma segura y continuará según se le indique, conectara ambos postes colectores después de pasar la eventualidad según sea el caso, continuando en modo trolebús.
4. Cuando algún trolebús por indicación del C.C. sea ingresado provisional al depósito, le indicaran en qué modo lo ingresa (trolebús o batería).



Ilustración 112 Trolebús serie 20000 usando autonomía (batería) por manifestación

13.4.Procedimiento para el uso del arrodillamiento y rampa para personas con discapacidad.

1.- El Operador de Trolebús deberá de realizar la parada de la unidad de Trolebús a 30 a 50 cm de la banqueta, después activará el freno de estacionamiento, selector de marcha en neutro, aplicar arrodillamiento del lado derecho y abrir la puerta de descenso.



Ilustración 113 Trolebús serie 20000 realizando parada en Eje Central

2.- El operador accionará el botón de arrodillamiento, abandonará su habitáculo, pero con las medidas de precaución antes mencionadas, descenderá de la unidad, y en la puerta de descenso desplegará la rampa hacia la banqueta.

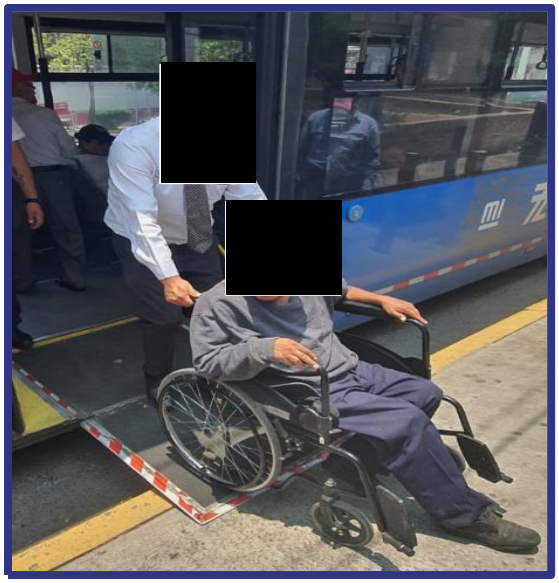


Ilustración 114 Ascenso de usuario en silla de ruedas mientras rampa puerta central

3.- Al término del paso anterior, el operador de Trolebús deberá de preguntarle al usuario si requiere el apoyo y la forma en que este le pudiese ayudar. Si el usuario permite el apoyo el operador deberá de ascenderlo en reversa y colocarlo en al área asignada dentro del interior del Trolebús, además de activar el freno de la silla de ruedas y el cinturón de seguridad.



Ilustración 115 Aseguramiento del usuario en silla de ruedas

4.- Al término del paso anterior, el operador de Trolebús replegará la rampa a su estado normal de operación y ya estando en el asiento del operador (habitáculo), cerrará ambas puertas, restablecerá la unidad y continuará con su marcha en la línea.



Ilustración 116 Repliegue de rampa para personas con silla de ruedas

13.5. Procedimiento de reactivación

Ante alguna falla de sistema en el trolebús serie 20000, 21000, 22000, 23000 y 24000 se tendrá que apagar por tres minutos y volver a encenderlo, tal y como se muestra en las siguientes imágenes:

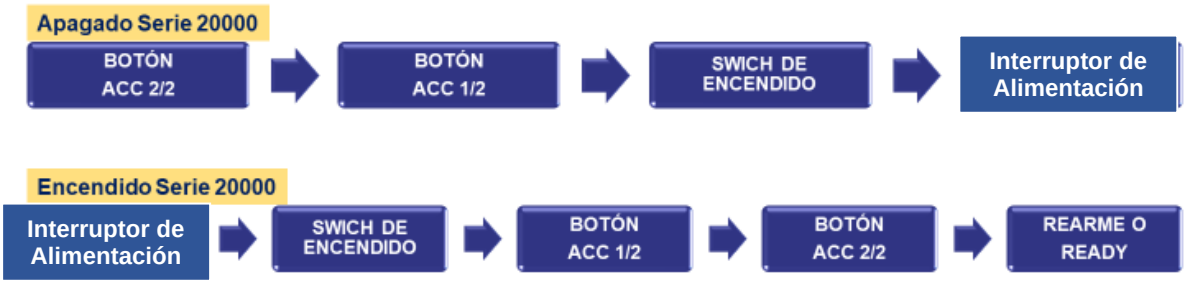


Ilustración 117 Pasos de apagado y encendido serie 20000

Si después del procedimiento persiste la falla, se considerará falla mecánica y deberá seguir con el procedimiento de reporte al C. C. y esperar instrucciones.



Ilustración 118 Testigos de fallas en pantalla.

Esto también se deberá de realizar cuando el dispositivo del validador se trabe y ya no permita el cobro del pasaje.



lustración 119 Error en el validador.

Todos los días son diferentes, y, aunque los trolebuses tengan un mantenimiento óptimo, el desgaste, las condiciones climatológicas y viales juegan un papel importante para la descompostura de un trolebús en servicio.

Para ello, se tienen varias vías de acción que son las siguientes.

13.6. Procedimiento de reporte descompostura de trolebús

Durante el trayecto, el operador al detectar una falla decidirá si pone en riesgo la operación y detendrá inmediatamente la unidad, o puede llegar a la terminal y reportar la falla con el jefe de terminal.

En el caso de detener la unidad, se avisará a los usuarios y se les pasará a otra unidad.

En ambos casos se reportará al C.C. siguiendo el siguiente procedimiento.

1. Llamar telefónicamente al Centro de Comunicaciones.
2. Proporcionar los siguientes datos:

- Corrida.
- Línea.
- División.
- Sentido (Bajada o Subida).
- Hora Actual.
- Carro(Número del trolebús)
- Número de expediente.
- Hora de rendida.
- Ubicación.
- Descripción exacta de la falla.



Ilustración 120 Orden de datos en pantalla de PC.

3. El C. C. le dará una de las siguientes instrucciones:

- Ingresar al depósito de manera provisional (sin llevar pasaje).
- Se reparará en terminal.
- Esperar el auxilio vial de STE.

13.6.1. Ingreso al depósito provisional por orden de C.C.

El trolebús puede continuar con precaución (marcha de seguridad, 30 km/h.) al depósito correspondiente sin llevar pasaje. Este caso sucede en fallas menores o en un neumático bajo de presión.

Al operador le será proporcionado un número de clave con la cual podrá ingresar al depósito y este será solicitado por el expedidor, así como el kilometraje para la correcta requisición del F. OP. 84 (reporte de fallas de trolebuses)

Recibirá adicionalmente la indicación para operar la unidad en modo trolebús o modo batería (autonomia).

13.6.2. Reparación en terminal

El trolebús al llegar a terminal será reparado por los mecánicos de STE, una vez finalizado el trabajo, podrá seguir prestando servicio. Si se diagnostica que la falla puede volver a presentarse, se le proporcionará al operador el formato F. MTTO. 372 (orden de trabajo) para su llenado e ingresar la unidad al depósito.

13.6.3. Reparación en calle

El trolebús se queda en la línea esperando el auxilio vial, éste es reparado por los mecánicos de STE, una vez finalizado el trabajo, se le proporcionará el formato F. MTTO. 372 para su llenado y podrá seguir prestando servicio.

13.6.4. Ingreso al depósito provisional por orden de mantenimiento

El trolebús se queda en la línea esperando el auxilio vial, éste es reparado por los mecánicos de STE, una vez finalizado el trabajo diagnostican que la falla puede volver a presentarse y tendrá que ir al depósito a una reparación mayor, por lo tanto, no podrá seguir prestando servicio.

Al operador le es proporcionado el formato F. MTTO. 372 (Orden de trabajo) con la cual podrá ingresar al depósito y se le proporcionará el del F. OP. 84 (reporte de fallas de trolebuses) para su requisitado, kilometraje y descripción a detalle de la falla.

También adicionalmente recibirá la indicación para operar la unidad en modo trolebús o modo batería (autonomia).

14. Maniobras extemporáneas en la operación

A lo largo de la jornada laboral, se encuentran situaciones extraordinarias que impedirían una operación normal. Para todo esto, se tienen las siguientes maniobras para garantizar la continuidad del servicio de una manera ininterrumpida.

14.1. Maniobra trolear

Esta es una maniobra realizada en alto total para cambiar los postes colectores de una línea de alimentación a otra, sin necesidad de acelerar o mover el trolebús.

El procedimiento es el siguiente:

Paso 1: Detener la unidad en una distancia media entre las dos líneas que se va a hacer el cambio, no olvidando colocar neutro y freno de estacionamiento.

Paso 2: Colocarse los guantes y equipo de seguridad obligatorio y posterior descender de la unidad observando que sea segura la maniobra.

Paso 3: Verificar libre giro de la cuerda, y tomar ambas cuerdas con ambas manos.

Paso 4: Colocarse un paso o dos atrás de la vertical a la cabeza colectora y de un esfuerzo bajar ambos postes colectores.

Paso 5: Trasladarse sin soltar ambos postes colectores, vigilando la circulación y el tránsito, hasta llegar a la línea donde se desea colocarlos.

Paso 6: Colocar los postes colectores estando un paso atrás de la vertical a la cabeza colectora.

Paso 7: Verificar libre giro de cuerda, y abordar la unidad.



Ilustración 121 maniobra trolear

- **Nota:** Siempre está primero la seguridad, en caso de elevarse el nivel de riesgo, realizar esta maniobra con un solo poste colector a la vez.

14.2. Dar el paso

Cuando un trolebús se acerca a otro que quedó averiado o tuvo una situación extraordinaria por la cual no sigue su operación normal, este primero le dejará pasar al segundo para no generar un atraso. Para esto se tiene el siguiente procedimiento:

Paso 1: Detener el segundo trolebús a una distancia media de primer trolebús en un carril lateral.

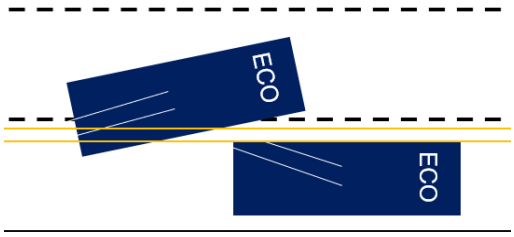


Ilustración 122 Esquema dar el paso 1

Paso 2: El operador del primer trolebús deberá colocarse los guantes y equipo de seguridad obligatorio y posterior descender de la unidad observando que sea segura la maniobra.

Paso 3: Verificar que ambas tapas de cuerda estén bien sujetas.

Paso 4: Verificar libre giro de la cuerda, tomar ambas cuerdas con ambas manos.

Paso 5: Colocarse un paso atrás de la vertical al conjunto rodilla y de un esfuerzo bajar ambos postes colectores dando un paso lateral permitiendo que la segunda unidad pase libremente.

Paso 6: La segunda unidad rebasará parcialmente a la primera y frenará de manera de proteger al operador de la primera unidad hasta que coloca ambos postes colectores.

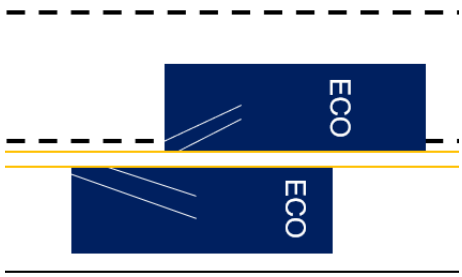


Ilustración 123 Esquema dar el paso

Paso 7: El operador de la primera unidad colocará ambos postes colectores en su posición inicial, vigilando la circulación y el tránsito.

Paso 8: Verificar libre giro de cuerda, y abordar la unidad.

14.3. Procedimiento por descarrilamiento de poste colector

Durante la prestación del servicio, es común que se lleguen a descarrilar los postes colectores de la línea, para esto, se tienen los siguientes dos protocolos de acción:

14.3.1.Protocolo descarrilamiento del trolebús.

El procedimiento para cuando se presente la eventualidad de un descarrilamiento de un trolley es la siguiente:

Paso 1: Cuando el operador de la unidad de Trolebús se percate de la eventualidad de descarrilamiento del poste colector deberá de hacer alto total y observar su entorno.

Paso 2: Una vez que la unidad de trolebús este estacionada (freno de estacionamiento activado y selector de marcha en neutro), así como el de accionar el botón de las luces intermitentes.

Paso 3: El operador al descender de la unidad deberá traer sus guantes de carnaza y observar con mucha atención su entorno, esto con la intención de verificar si no existe algún daño a la línea elevada, aparato de línea, al conjunto de postes colectores o algún elemento de la unidad.

Nota: Sí en el caso de que hubiera algún desperfecto ya sea en la línea elevada o en algún componente de la unidad de Trolebús, el operador deberá de realizar el procedimiento para reportar dicho daño.

Paso 4: El poste colector al descarrilarse de la línea elevada, la configuración de su sistema hace que se retraiga a una altura de 4.30 metros del suelo; en este paso existen 2 vertientes que son las siguientes:

a) Al cerciorarse el operador de trolebús que el poste colector al descarrilarse no presentó ninguna afectación a la línea elevada, podrá accionar el botón de retracción de postes colectores, el cual hará que se enganchen las dos pértigas en su posición. El Sistema estará realizando conversión a modo autonomía, después deberá conectar el poste colector a la línea elevada sin permanecer en la vertical al portacarbón.

b) Al cerciorarse el operador de trolebús que el poste colector al descarrilarse no presentó ninguna afectación a la línea elevada, deberá ir a la parte exterior trasera de la unidad tomando la cuerda con la mano y a su vez deberá presionar el botón de liberación de poste colector por tres segundos (ambas pértigas), y después deberá conectar el poste colector a la línea elevada sin permanecer en la vertical al portacarbón.

14.4. Interruptor de emergencia

En caso de que exista alguna eventualidad sobre la línea elevada, el operador de trolebús podrá utilizar el interruptor de emergencia de retracción de postes colectores (solo cuando este sea necesario), de la siguiente manera:

a) El operador de trolebús quitará el seguro del interruptor de emergencia y lo oprimirá (ambos postes colectores bajaran a una altura de 4.30 metros).
b) Cuando los postes colectores dejen de oscilar el operador oprimirá el interruptor de retracción de postes colectores para que ambas pértigas se enganchen.
c) Por último, el operador regresará el interruptor de emergencia a su estado normal con el seguro de este.
d) Una vez terminando esta acción y habiendo librado el obstáculo en modo autonomía
e) se realizará la conversión de la unidad a modo trole nuevamente bajándose a conectar los postes colectores a la línea elevada en forma manual

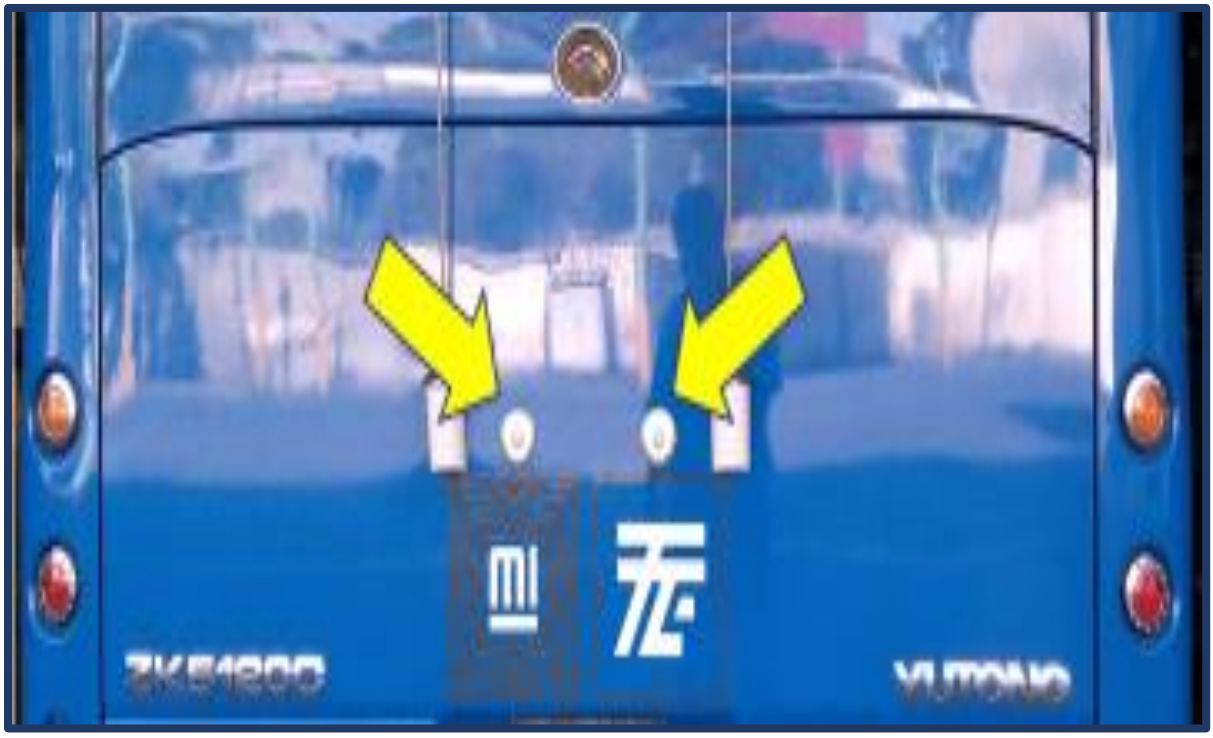


Ilustración 124 Botones para liberación de postes colectores

15. Eventualidades y protocolos de acción

A lo largo de la jornada se tienen hechos que son totalmente ajenos al organismo pero que afectan nuestra operación y son los siguientes con sus procedimientos respectivos.

15.1. Conato de incendio en el trolebús

1. El Operador guardará la calma, “No alarmes a los usuarios”.
2. Identifica el origen del incendio (“Corto circuito”).
3. Coloca la unidad en posición de estacionada todos los interruptores en posición de apagado y desconectar los postes colectores.
4. Desalojar a los usuarios solicitando el apoyo para auxilio a personas de la 3ª edad o capacidades diferentes en forma segura, si existiera humo indicar al usuario se agache para evitar intoxicación.
5. Tomar el extintor con las medidas de seguridad y en base al procedimiento de uso, quitando el seguro y dirigiendo la mezcla directo a la base del fuego.
6. El operador reportará al centro de comunicaciones e indicará la situación y la necesidad de servicios de emergencia, si continua el fuego, si se tienen lesionados y las condiciones del evento.



Ilustración 125 Trolebús con conato de incendio en la parte superior

NOTA: Antes de salir a servicio verificar las condiciones de la unidad y que el equipo contra incendio se encuentre en condiciones. Además de que el operador deberá asistir a sus cursos de control de incendio.

15.2. Conato de incendio ajeno al servicio.

1. Orillar la unidad en un lugar seguro.
2. Abrir ambas puertas del trolebús.
3. Avisar al pasaje del suceso para que desalojen la unidad, evitando exponerlos en la vía pública.
4. Avisar al C.C. y a los servicios de emergencia (bomberos, patrullas) para el apoyo de estos.
5.-Estar atento del suceso y obedecer las indicaciones de los servicios de emergencia o del supervisor operativo.

15.3. Hechos delictivos robo a bordo

1. No te opongas al asalto, ni trates de enfrentar al asaltante, recuerda: **INTENTAR SER HÉROE PUEDE COSTAR LA VIDA.**
2. Reportar al CC y sigue las instrucciones (estas serán dependiendo la gravedad del incidente), espera indicaciones para dirigirte a la agencia del Ministerio Publico de la zona para iniciar la carpeta de averiguación previa correspondiente.
3. Si existen lesionados, presta auxilio y recuerda no retirarte del lugar hasta que te lo indique el personal de apoyo (supervisor, jurídico, aseguradora).
4. No muevas la unidad hasta que lo indiquen los peritos del Ministerio Publico y/o aseguradora.

15.4. Atropello de peatón y/o usuario lesionado.

1. No alarmes a los usuarios.
2. Presta auxilio a la persona afectada e informa que el Organismo cuenta con un Seguro que los apoyará (no mover al lesionado).
3. De ser posible, pide los datos generales al (los) lesionado (s); nombre, dirección y número telefónico.
4. Reporta al CC y solicita una ambulancia (en caso de no lograr comunicación, pide apoyo a usuarios).
5. En caso de existir testigos que conocieron los hechos, toma nota de su nombre completo dirección y teléfono.
6. No te retires del lugar del accidente hasta que se presente un supervisor, personal del área jurídica y/o la aseguradora, ellos te indicaran que hacer.
7. Recuerda que no hay que mover la unidad hasta que tengas indicaciones de peritos la procuraduría y/o la aseguradora, ellos te indicaran que hacer.
8. Para rendir tu declaración el CC notificará a la aseguradora, en caso de que sea necesario solicitar la libertad bajo caución (FIANZA).

15.5. Procedimiento en caso de alerta sísmica o sismo.

15.5.1. A bordo del trolebús.

1. Al escuchar la alerta sísmica realizar las maniobras para detener la unidad (trolebús) sin afectar la circulación vial.
   Mantener las puertas del trolebús cerradas hasta la conclusión del sismo o simulacro, manteniendo en calma a los usuarios y, explicándoles que están más seguros dentro de la unidad.
2. Informar a los usuarios que se trata de un sismo o simulacro, a fin de que mantengan la calma y, explicarles que están más seguros dentro de la unidad para evitar crisis nerviosas.
3. Permanecer en el habitáculo atentos de las aglomeraciones o eventualidades que se presenten en la vialidad.
4. Atender las indicaciones de las autoridades relacionadas con el suceso o simulacro (SSC; SPC, Bomberos, etc.).
5. Concluido el suceso o simulacro, reiniciar el servicio siempre y cuando la vialidad lo permita, extremando precauciones con peatones y demás vehículos que transiten la vialidad a fin de evitar incidentes o accidentes.
6. Reportar oportunamente al personal del Centro de Comunicaciones (CC) al presentarse alguna eventualidad durante o después del sismo o simulacro.



Ilustración 126 Sismo 1985

15.5.2. En terminales

1. Detener la unidad al escuchar la alerta sísmica.
2. Informar a los usuarios que se trata de un sismo o simulacro, a fin de que mantengan la calma y evitar crisis nerviosas y dirigirlos hacia las zonas de seguridad.
3. Permanecer atentos de las aglomeraciones que se presenten en la vialidad.
4. Atender las indicaciones de las autoridades relacionadas con el acontecimiento (SSC, SPC, Bomberos, Ambulancias, etc.).
5. Comunicarse vía telefónica al Centro de Comunicaciones al concluir el sismo o simulacro para recibir información relativo a la línea y de existir las condiciones necesarias restablecer la continuidad del servicio, así como para informar de alguna eventualidad.

16. Normas de seguridad en la operación

Estas normas de seguridad son INDISPENSABLES ya que pueden **salvar su vida** y la de los demás.

- Al bajar los postes colectores, no permanecer bajo la vertical del porta carbón, cerciorándose que ninguna de los mismos esté conectada, ya que se corre el riesgo de sufrir alguna lesión o una descarga.
- Tener precaución al estar el carro electrizado protegiendo en lo posible la integridad del usuario, dando aviso al CC y retirando la unidad de Trolebús del servicio.
- Checar que el vehículo esté en condiciones de manejo por la seguridad del operador, usuarios y terceros.
- Al conducir hay que tener en cuenta, las condiciones existentes de la vialidad como piso mojado, baches, topes, trabajo de excavaciones, etc.…
- Circular a una distancia conveniente del vehículo de adelante, si es particular a 3 segundos de distancia y con otro trolebús a 200 metros o dos cuadras.
- Cambiar de carril sólo cuando sea necesario y con la debida precaución, anunciándose con las direccionales y saque la mano.
- No manejar en estado de ebriedad, desvelado, con acompañantes, que pudieran distraerlo de la conducción.
- Circular siempre con las puertas cerradas.
- Pasar con la debida precaución en cruceros de ferrocarril, recordando que la altura de la línea elevada en estos puntos es de 7.5 metros, por lo que deberán reducir su velocidad, verificando que no se aproxime el ferrocarril al punto.
- En caso de inundación a menos de 25 cm. pasar con inercia de la unidad. pero si la inundación rebasa los 25 cm dar aviso y solicitar instrucciones.
- Usar equipo de seguridad (guantes de carnaza) y zapatos dieléctricos asignado al operador.
- Al finalizar cualquier maniobra verificara el libre giro de cuerdas y carretes.
- Tomar las cuerdas sin enredárselas en las manos ni en los pies.
- Al cambiar los postes colectores de línea verificar que las cuerdas corran libremente en los carretes y de forma segura en el protector de cuerdas.
- Dependiendo de la posición de la unidad tomara las cuerdas por la parte posterior de la unidad o por un costado según la necesidad.
- Al desconectar un poste colector, deberá protegerse con la carrocería.
- Al presentarse una contingencia, primeramente, poner la unidad en posición de estacionado y antes de descender de la unidad, verificar que no se aproxime ningún otro vehículo que pudiera lesionarte.

16.1. Equipo de seguridad obligatorio

Con el fin de prevenir accidentes, el servicio se obliga a poner en práctica todas las leyes y reglamentos que protejan la salud y la vida del trabajador, así como las que sugiera la Comisión Permanente de Seguridad e Higiene en el área de Transportación por lo tanto al operador de trolebús se le dota de los siguientes elementos, cumpliendo con las cláusulas 115 y 116 del Contrato Colectivo de Trabajo:

- **Guantes de carnaza:** En el momento de la conexión, desconexión y/o maniobra de volante, tengan la seguridad de no sufrir una descarga eléctrica.

- **Chaleco reflejante (en caso de estar disponible):** En el momento de la conexión, desconexión y/o maniobra de volante o en caso de proteger la línea, el operador sea visto por otros automovilistas u operadores; su uso será indistinto del horario ya que brinda una advertencia visual; solo será reemplazado por un impermeable en caso de lluvia.

- **Zapatos dieléctricos:** Su uso en todo momento será obligatorio durante la jornada laboral, ya que estos están hechos de un material aislante, el cual protege la integridad física del Operador al recibir una descarga por un arco eléctrico.



Ilustración 127 Equipo de seguridad para operadores de trolebús STE

17.Normatividad vigente

Es estar sujeto a una serie de leyes, reglamentos y contratos que debe de seguir para evitar alguna sanción o hasta la recesión laboral.

17.1. Reglamento Interior de Trabajo

El Reglamento Interior de Trabajo establece las reglas que todo trabajador del Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México debe conocer y respetar.

El operador debe conocer y respetar para evitar sanciones y/o suspensiones.

Artículo 3.- Los trabajadores que tengan trato con el público usuario, mantendrán cortesía, lenguaje adecuado, seriedad y veracidad en la información que deban proporcionar, así mismo, guardarán respeto a sus compañeros, jefes inmediatos y funcionarios de la empresa.

Artículo 10.- Todo trabajador que ingrese al S.T.E., se compromete a enterarse de las obligaciones que asume para con la Empresa, tanto por virtud de este Reglamento, como al Contrato Colectivo, la Ley Federal del Trabajo, de los convenios Empresa - Sindicato y de las normas de trabajo que se implanten.

Artículo 12.- Para tener acceso a las instalaciones del Servicio, los trabajadores deberán exhibir su pase que expide el Departamento de Personal. La falta de dicho pase será motivo para no permitírseles el paso a trabajar; así como para manejar vehículos de cualquier tipo o propiedad de la empresa, deberán presentar su licencia de manejo cuando se les solicite.

Artículo 13.- Los operadores que saquen los carros de los depósitos deberán presentarse con 15 minutos de anticipación de la hora que señala su turno, para sacar la cuenta y revisar el carro, y los que releven en la línea, a la hora exacta que marque su turno y en el lugar programado.

Artículo 14.- Los operadores que no sean relevados deberán continuar en servicio, un tiempo máximo de 3 horas y pedirán instrucciones, ya sea en camino o al llegar a la terminal más próxima.

Artículo 19.- Por lo que respecta a los operadores que saquen y liquiden cuentas, se les pagaran los 35 minutos que hace mención la cláusula 23 del contrato colectivo y por la continuidad del servicio no habrá tiempo de comida, pagándole 30 minutos que prevé el artículo 63 de la ley Federal del Trabajo.

Artículo 37.- Queda prohibido a los trabajadores:

b) Hacer mal uso del vehículo a su cargo.

e) Acompañarse en la jornada de labores de familias, adultos, niños, y otras personas.

f) Ingerir bebidas embriagantes, sustancias tóxicas, enervantes o cualquier otro que altere sus facultades mentales en el desempeño de su trabajo.

Artículo 40.- Los trabajadores están obligados a someterse a los exámenes médicos, con objeto de hacer una investigación del estado de salud cuando así lo comunique el I.M.S.S., ya sea como requisito para el tratamiento de cualquier padecimiento que se imparta a los trabajadores, o bien dentro de sus campañas preventivas de enfermedades.

Artículo 43.- En caso de enfermedad general o accidente, los trabajadores tienen la obligación de dar aviso a su jefe inmediato, dentro de las 2 primeras horas en que inician su jornada.

Artículo 44.- Cuando el trabajador sufra un accidente de trabajo, está obligado a darlo a conocer a su jefe inmediato y a la Alianza, rindiendo de ser posible el parte o informe que contenga los pormenores que dieron origen, y testigos que lo presenciaron.

Artículo 45.- Cuando el trabajador sufra un accidente en trayecto, de su domicilio al trabajo o viceversa, está obligado a dar aviso al Servicio y a la Alianza, dentro de las 2 primeras horas que sigan al momento en que se produzca.

Artículo 46.- En los casos de extrema gravedad o inconciencia del trabajador, los avisos, documentos y trámites, podrán efectuarse y facilitarse por los representantes sindicales, los trabajadores que hubieren presenciado el accidente o los familiares de los interesados que acrediten su carácter, dentro de las 24 horas siguientes.

Artículo 51.- Se considera faltista a todo trabajador a quien se niegue el permiso solicitado y a pesar de ello, no se presente a trabajar.

Artículo 52.- Cuando los trabajadores sean detenidos o enjuiciados, gozarán de los beneficios estipulados por la Cláusula 56 del Contrato Colectivo, los interesados deberán dar aviso cumpliendo con las disposiciones impuestas por la Ley Federal del Trabajo y acatar las instrucciones que reciban de los abogados del Servicio, debiendo trabajar al día siguiente de la fecha en que recuperan su libertad.

Artículo 55.- El Servicio proporcionará gratuitamente los uniformes, en forma directa o por medio de vales, quedando bajo la exclusiva responsabilidad del trabajador que los reciba teniendo la obligación de portarlos en sus horas de labores.

Artículo 56.- Queda prohibido a los trabajadores efectuar o participar en el Centro de Trabajo en rifas, tandas, colectas, actos de comercio u operaciones de agio.

Artículo 58.- Cada falta u omisión leve cometida por primera vez en el lapso de un año, dará origen a una amonestación y las subsecuentes a las suspensiones previstas por el artículo 423 de la ley Federal del Trabajo.

Artículo 59.- Se considerarán faltas u omisiones leves de los trabajadores:

a) Incurrir en descortesía con sus compañeros o personas que acudan a ellos.
b) Iniciar labores hasta con 2 retardos dentro de una misma semana de trabajo.
c) Tomar alimentos dentro de la jornada de trabajo.

d) No elaborar la contraseña.
e) Trabajar sin requisitar correctamente la papeleta.
f) Iniciar viaje sin la bandera correcta.
g) Provocar bajas de rendimiento por simple negligencia.
h) Distraerse en su trabajo con radios, charlas con trabajadores o extraños al Servicio.
i) Omitir partes o similares a que esté obligado debido a su trabajo.
j) No mantener aseados los útiles de trabajo, herramientas, mobiliario o maquinaría que se le haya confiado.

Artículo 59.- Se considerarán faltas u omisiones “GRAVES”, que darán motivo a suspensiones sin goce de sueldo de1 a 8 días:

1) Incurrir con descortesía con el público usuario.
2) Desatender las órdenes o indicaciones de sus superiores.
3) Negativa injustificada para proporcionar informes a los usuarios.
4) No levantar pasaje en las paradas reglamentarias.
5) Viajar sin justificación formando convoyes.
6) Llegar con adelantos injustificados a las terminales.
7) Hacer mal uso de maquinarias, herramientas, vehículos, útiles de trabajo. Materiales y en general de todas las propiedades de la Empresa.
8) Impedir sin justificación el aseo en terminales de los vehículos a su cargo.
9) Retirar sin motivo los vehículos de transporte público a su cargo.
10) Acompañarse en la jornada de familiares, adultos o niños o de otras personas.
11) Presentarse a sus labores sin el uniforme reglamentario.
12) En general, aquellos actos u omisiones que den motivo a censuras del público usuario provoquen alteración de la disciplina en la empresa o perjudiquen a ésta en cualquier forma y que no estén comprendidas dentro de las faltas leves.

Artículo 60.- Para la aplicación de cualquier medida disciplinaria o descuentos a los trabajadores, por pérdida de materiales, útiles y accidentes; se hará previamente una investigación, con la cita que se libre al infractor y a la Alianza en que se escuche al interesado y se le permita rendir las pruebas que su interés convenga.

Artículo 61.- Los trabajadores que cometan alguna de las faltas u omisiones contenidas en los artículos 56 y 57 de este Reglamento, serán consignados a la Oficina a la Oficina de Relaciones Laborales, quien previa investigación conducente y con la representación sindical procederá a aplicar las sanciones correspondientes.

Artículo 62.- Relaciones Laborales decidirá previa intervención de la Alianza, las inconformidades previstas en el artículo 61 y de todas las sanciones, que

correspondan a faltas u omisiones que ameriten suspender al trabajador, sin goce de sueldo, de 1 a 8 días.

Artículo 63.- Las sanciones impuestas por Relaciones Laborales serán inapelables y sólo ella podrá modificarlas, disminuirlas o revocarlas por causas debidamente justificadas por el interesado, con la intervención de la Alianza.

17.2. Contrato Colectivo de Trabajo

El Contrato Colectivo de Trabajo es un convenio laboral celebrado entre sindicato y trabajadores, que forman parte de una empresa o un sector laboral. Este contrato permite regular todos los aspectos de la relación laboral tales como los salarios, duración de la jornada laboral, días de descanso, vacaciones, condiciones de trabajo y la representación sindical.

El objeto del contrato es beneficiar al trabajador más nunca perjudicarlo, por lo que a continuación se mencionan alguna de las cláusulas más importantes para el operador de trolebús.

Cláusula 9.- Quienes aspiren al puesto de operador, estarán en práctica hasta por un período equivalente a 200 jornadas efectivas de trabajo; si terminó el período de práctica y adquieren la calificación necesaria, ocuparán dicha plaza en forma definitiva.

Si dentro del período de práctica el operador no demuestra aptitud e idoneidad, según el récord de comportamiento que al efecto se lleve, se dará por terminado su contrato individual de trabajo sin responsabilidad alguna para el Servicio.

Lo anterior obedece a la gran responsabilidad que implica el transporte de pasajeros.

Cláusula 23.- Los trabajadores que se encuentren laborando en el área de Transportación, se desempeñarán bajo los criterios de horarios y lugares de turno.

Cláusula 24.- El servicio tiene facultad para:

- Formular horarios y determinar las rutas en operación de acuerdo con sus necesidades.
- Modificar, suprimir o establecer los turnos de los operadores, de acuerdo con los horarios y rutas.
- Asignar, entre tanto se boletinen las plantas respectivas, diversos turnos al personal de planta cuando no sea posible o necesario que trabajen el turno que hubieren escogido en las elecciones generales o parciales de turno.
- Fijar los lugares o zonas de relevo de acuerdo con las necesidades de la red actual, ampliaciones y de nueva creación, de acuerdo con la Alianza.
- Formular de acuerdo con sus necesidades, el programa anual de vacaciones del personal

Cláusula 25.- El acomodo del personal de operadores, se hará mediante elecciones generales y parciales de turno debido a su antigüedad. Estas selecciones estarán condicionadas al equipo que se disponga, a las rutas en operación y a los horarios elaborados por el Servicio. La selección general de turnos se hará una vez al año y entrará en vigor el primer domingo de enero de cada año.

Cláusula 26.- Los operadores de planta que no alcancen turno en selecciones generales y los que lo pierdan en virtud de selecciones parciales o anulación de estos, quedarán a disposición para que se les asigne servicio.

Cláusula 27.- El personal de operadores extras, lo fijarán de común acuerdo el Servicio y la Alianza, y podrá ampliarse o reducirse de acuerdo con las necesidades.

Cláusula 29.- El operador que no sea relevado y el que no pueda rendir a la hora que señalen los horarios, deberá continuar en servicio un tiempo máximo de tres horas y deberá pedir instrucciones ya sea en camino o al llegar a la terminal. Esto mismo regirá, para todo el personal de las demás áreas vinculadas directamente con la continuidad del servicio.

Cláusula 30.- Los trabajadores iniciarán y terminarán su jornada a la hora exacta que señalen los horarios y en los lugares en que deben desarrollarse sus labores o en los que el Servicio señale de acuerdo con la Alianza, prevaleciendo las necesidades del Servicio.

Los Operadores que saquen los carros del Depósito, deberán presentarse con 15 minutos de anticipación, cuando menos, a la hora que señale su turno, para sacar la cuenta y revisar el carro; los que releven en la ruta, a la hora exacta que marque el turno y en el lugar que éste señale.

Cláusula 31.- Se considerará como falta y no se le nombrará servicio al trabajador de transportación que se presente al desempeño de sus labores después de transcurrida media hora desde la iniciación del turno, o desde la iniciación de la guardia, según sea el caso.

Si el retardo es menor de 30 minutos, quedará a disposición y sólo se le nombrará otro servicio después del último extra del grupo que corresponda a la hora en que se presente. Si no alcanza turno, se le considerará ese día como permiso. Después del tercer retardo menor de 30 minutos en un mes calendario, no se le dará turno al operador y se le considerará como falta.

Cláusula 32.- Los Operadores que no puedan asistir a su trabajo, lo avisarán a su jefe inmediato con 30 minutos de anticipación, cuando menos, si las corridas deben salir de los depósitos y con 60 minutos de anticipación, cuando menos, si el relevo debe hacerse fuera de esos depósitos. El demás personal vinculado directamente con la continuidad del servicio deberá dar aviso cuando menos con 30 minutos de anticipación.

Cláusula 48.- El pago del tiempo empleado en trabajos extraordinarios, se hará con un ciento por ciento más del salario asignado para las horas de la jornada normal. Por ningún motivo podrá pagarse con tiempo.

Cláusula 56.- Cuando los trabajadores sean detenidos o enjuiciados por accidentes inherentes al desempeño de sus labores, el Servicio les proporcionará defensa jurídica hasta terminar el proceso y por todas las instancias, incluso el amparo y otorgará la fianza respectiva o la caución, cuando la autoridad así lo determine, para que puedan obtener su libertad provisional, sin que los trabajadores estén obligados a darle contrafianza.

Los trabajadores estarán obligados a cumplir con las citas e instrucciones que reciban de los abogados del Servicio encargados de su defensa, o en las citas giradas por las autoridades competentes: La desobediencia de las mismas, liberará al Servicio de las obligaciones asumidas por virtud de esta cláusula.

Cláusula 63.- Cuando algún trabajador tenga que atender citas de la autoridad, presentarse periódicamente a algún juzgado o hacer otros trámites legales relacionados con su trabajo dentro de las horas de servicio, percibirán su sueldo íntegro por el tiempo que emplee en tales asuntos, previa la justificación.

Cláusula 70.- El personal de Transportación y el de otras especialidades conectadas con el suministro de dicho servicio, tiene la obligación de trabajar durante los días de descanso obligatorio, conforme a las listas de asignación de guardias que en cada caso se formulen. Los trabajadores que laboren los días de descanso obligatorio que señalen este Contrato y la Ley Federal del Trabajo, recibirán salarios triples, pero los que, desobedeciendo las órdenes del Servicio, no concurran al desempeño de sus labores, serán sancionados, cada vez, con una suspensión equivalente a 2 días laborables, con pérdida del salario correspondiente.

A los instigadores de estas faltas, según la gravedad del caso se aplicarán las sanciones que procedan, conforme a la Ley.

Cláusula 81.- El Servicio tiene la facultad de hacer los cambios que sean convenientes en su organización técnica administrativa de acuerdo con las necesidades que reclame su desarrollo, y por lo tanto, tiene la facultad también de implantar nuevos sistemas de trabajo. La creación de nuevos puestos, y la definición de labores, serán facultades del Servicio y éste acordará con la Alianza en cada caso.

Cláusula 82.- El Servicio cuando las necesidades así lo requieran y de común acuerdo con la Alianza podrá transferir a los trabajadores a los lugares en donde sean necesarios sus servicios, dentro de su propia especialidad o en otras similares, pero con la limitación que impone la operación del servicio y sin afectar negativamente el salario que corresponda al personal transferido.

Cláusula 84.- El Servicio, de acuerdo con la Alianza, podrá suprimir los puestos que resulten innecesarios por la aplicación de nuevos sistemas. La Alianza cooperará con el Servicio por la constante mejoría de los sistemas de trabajo y la eficiencia de los trabajadores.

Cláusula 91.- Teniendo en consideración la naturaleza del servicio público y, por lo tanto, la necesidad de que debe prestarse en forma regular y continua, los

trabajadores estarán obligados a laborar tiempo extra, cuando existan circunstancias especiales y transitorias por las que deban aumentarse las horas de la jornada. Lo anterior, en relación con lo establecido en la cláusula 29 de este contrato.

Cláusula 93.- En todo caso de enfermedad o accidente no profesional, los trabajadores tendrán obligación de dar aviso verbal o por escrito al jefe de área respectiva, dentro de las 2 horas siguientes al inicio de su jornada, incluyendo datos exactos de su domicilio o lugar en donde se encuentren, debiendo presentar por sí mismo o por medio de familiares al área médica del servicio la incapacidad médica expedida por el IMSS dentro de las 24 horas siguientes a su expedición, reportando el diagnóstico en su caso, por el cual fue extendida. Si no se cubren esos requisitos se considerará falta injustificada.

Cláusula 123.- Cuando un trabajador sufre un accidente de trabajo, está obligada a poner el hecho inmediatamente en conocimiento del Servicio y de la Alianza. Si al accidentado no le fuere posible hacerlo por estado en que se encuentre, los trabajadores que presencien el accidente estarán obligados a dar aviso.

Cláusula 124.- En caso de que el lesionado requiera atención médica urgente, el trabajador de cualquier categoría que presencie el accidente, debe avisar al Servicio Médico para que éste practique los primeros auxilios y en su caso, tramite con prontitud la atención médica debida a través del IMSS.

Si este Instituto por cualquier motivo no proporciona los servicios necesarios en caso de extrema urgencia, podrán avisar al facultativo más próximo, en el entendido de que será necesario justificarlo plenamente.

Cláusula 147.- Los trabajadores serán responsables del uso y conservación de la maquinaria, equipo, utensilios, herramientas y demás enseres confiados a su cuidado y manejo.

Cláusula 155.- Para la aplicación de medidas disciplinarias o descuentos a los trabajadores por pérdidas de materiales, utensilios y accidentes, deberá hacerse previamente una investigación con la intervención directa de los interesados y de representantes de la Alianza.

Para la práctica de esta investigación, serán citados los trabajadores interesados y la Alianza en un determinados lugar, día y hora, en caso de no concurrir los trabajadores o la Alianza, la investigación se realizará, a menos que la ausencia de éstos se deba a una causa justificada. En este caso se señalará nuevo día y hora para la práctica de la diligencia.

Cláusula 158.- El trabajador está obligado a concurrir a las citas que se formulen para la práctica de las investigaciones a que se refieren las cláusulas precedentes, procurando que se realicen en sus días laborables, tratándose de citas del Servicio.

Cláusula 166.- Quedan estrictamente prohibidas toda clase de operaciones tales como préstamos, tandas o cualquier actividad financiera que no esté debidamente autorizada para los trabajadores.

El incumplimiento a lo dispuesto en esta cláusula será causal de terminación de la relación de trabajo sin responsabilidad para el Servicio.

El Servicio dictará todas las órdenes necesarias para impedir que en los centros de trabajo se efectúen o propongan operaciones de agio con los trabajadores y la Alianza tiene la obligación de cooperar para que se cumplan estas órdenes y para que se impida que se verifiquen las operaciones mencionadas.

APÉNDICE 5 NÚMERO 11.- El trabajador que en el desempeño de sus labores no use los uniformes o los implementos de trabajo, que conforme a este reglamento debe usar, será sancionado, sus pendido de sus labores por el día que incurra en esa falta, sin goce de sueldo y sin perjuicio de cualquiera otra sanción procedente, siempre y cuando se cumpla en tiempo con la entrega de estos.

17.3. Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México

El reglamento de tránsito es aplicable a toda persona que interactúe directa o indirectamente en la movilidad de la Ciudad de México.

Artículo 1º.- El presente Reglamento tiene por objeto regular la circulación de peatones y vehículos en la vía pública y la seguridad vial en la Ciudad de México.

Artículo 2°.- La aplicación de este reglamento estará basado en los siguientes principios rectores:

IV. Se dará prioridad en la utilización del espacio vial de acuerdo con la siguiente jerarquía:

a) Peatones; en especial personas con discapacidad y movilidad limitada
b) Ciclistas;
c) Usuarios del servicio de transporte público de pasajeros;
d) Prestadores del servicio de transporte público de pasajeros;
e) Prestadores del servicio de transporte de carga y distribución de mercancías; y
f) Usuarios de transporte particular automotor y motociclistas.

Artículo 4º.- Además de lo que señala la Ley, para los efectos de este Reglamento, se entiende por:

XL. Seguridad Vial, conjunto de políticas y sistemas orientados a la prevención de hechos de transito;

LVII. Vía pública, todo espacio de uso común destinado al tránsito de peatones y vehículos, así como la prestación de servicios públicos y colocación de mobiliario urbano.

LVI. Vía primaria, espacio físico cuya función es facilitar el flujo de tránsito vehicular continúo o controlado por semáforos entre distintas zonas que pueden contar con carriles exclusivos para la circulación de bicicletas y/o transporte público.

LIX Vía Secundaria, aquella que permite la circulación al interior de las colonias, barrios y pueblos.

Artículo 7º.- En todo momento los conductores o pasajeros de vehículos deben contribuir a generar un ambiente de sana convivencia entre todos los usuarios de la vía; por lo que deben obedecer la señalización vial, las indicaciones de los agentes, del personal de apoyo vial o promotores voluntarios; y deben abstenerse de:

II. Insultar, denigrar o golpear al personal que desempeña labores de agilización del tránsito y aplicación de las sanciones establecidas en este Reglamento.
XI. Cuando transiten en zonas escolares:
   a) Disminuir su velocidad y extremar precauciones, respetando la señalización vial y dispositivos para el control de tránsito correspondientes que indican la velocidad máxima permitida y cruce de peatones;
   b) Parar y ceder el paso a los escolares; y
   c) Obedecer las indicaciones de los agentes o de los promotores voluntarios.

Artículo 9º.- Los conductores de vehículos deberán respetar los límites de velocidad establecidos en la señalización vial. A falta de señalamiento restrictivo especifico, los límites de velocidad se establecerán de acuerdo con lo siguiente:

I. En los carriles centrales de las vías de acceso controlado la velocidad máxima será de 80 kilómetros por hora;
II. En vías primarias la velocidad máxima será de 50 kilómetros por hora;
III. En vías secundarias incluyendo las laterales de vías de acceso controlado, la velocidad máxima será de 40 kilómetros por hora;
IV. En zonas de transito calmado la velocidad será de 30 kilómetros por hora;
V. En zonas escolares, de hospitales, de asilos, de albergues y casa hogar, la velocidad máxima será de 20 kilómetros por hora; y
VI. En estacionamientos y en vías peatonales en las cuales se permita el acceso a vehículos la velocidad máxima será de 10 kilómetros por hora.

Artículo 10°.- Para las preferencias de paso en las intersecciones, el conductor se ajustará al señalamiento restrictivo y a las siguientes reglas:

I. Los peatones tendrán preferencia de paso sobre los vehículos de acuerdo con lo establecido en el artículo 6;
II. Los vehículos no motorizados tendrán preferencia sobre los vehículos motorizados de acuerdo con las reglas establecidas en el artículo 15;

III. Los vehículos de emergencia tienen preferencia de paso sobre los demás vehículos cuando circulen con las señales luminosas o audibles en funcionamiento;

IV. El ferrocarril, el tren ligero y vehículos de transporte público que circulen en carriles exclusivos confinados o en contraflujo tienen preferencia de paso;

V. En las intersecciones reguladas por un agente, personal de apoyo vial o promotores voluntarios, los conductores deben seguir las indicaciones de éstos, independientemente de las reglas de preferencia o de lo indicado por los dispositivos para el control del tránsito;

VI. En las intersecciones reguladas mediante semáforos se respetarán las siguientes reglas:

a) Cuando la luz del semáforo esté en rojo, los conductores deben detener su vehículo en la línea de “alto”, sin invadir el cruce peatonal o el área de espera para bicicletas o motocicletas; los ciclistas y motociclistas deberán hacer uso de sus áreas de espera cuando éstas existan;

b) Cuando exista congestión vehicular que impida cruzar completamente la intersección y aunque la luz del semáforo indique siga, se deberá parar en la línea de alto para evitar obstruir la circulación de las calles transversales, principalmente en aquellas que cuenten con marca en el pavimento para indicar la prohibición de detención dentro de la intersección;

c) Cuando los semáforos se encuentren con luces intermitentes se cruzará con precaución disminuyendo la velocidad; tiene preferencia de paso el conductor que transite por la vía cuyo semáforo esté destellando en color ámbar, sobre el conductor que transite en una vía cuyo semáforo esté destellando en color rojo, quien deberá hacer alto total y después cruzar con precaución; y

d) Entre las 23:00 horas y las 5:00 horas del día siguiente, debe detener totalmente el vehículo frente a la luz roja del semáforo y, una vez que se cerciore de que ningún peatón o vehículo se dispone a cruzar la intersección, podrá continuar la marcha, aun cuando no haya cambiado la señal de alto.

VII. En vías de acceso controlado, los vehículos que se incorporan a los carriles centrales deberán ceder el paso; los vehículos que circulan sobre la vía lateral deberán ceder el paso a los que se desincorporan de los carriles centrales, con excepción de situaciones de congestionamiento vial con tránsito detenido, en las que se alternará el paso bajo el criterio de “uno y uno”;

Cuando los conductores circulen por una vía que no cuente con semáforos o se encuentren apagados y no haya señalamiento restrictivo que regule la preferencia de paso, luego de dejar pasar a los peatones, se ajustarán a la siguiente jerarquía de reglas:

a) El que circule por una vía primaria tiene preferencia de paso sobre el que pretenda acceder a ella;
b) Tienen la preferencia los vehículos que circulen sobre la vía con mayor amplitud o mayor volumen de tránsito;
c) En vías de la misma jerarquía, tiene la preferencia el vehículo que circule en una calle o vía de doble sentido sobre aquel que circule en una vía de un solo sentido;
d) En vías secundarias de un sólo sentido y con el mismo número de carriles, cuando dos vehículos se encuentren en una intersección, se le cederá el paso al vehículo que se aproxime por su derecha; y
e) Cuando en el cruce de dos vías secundarias con un sólo carril efectivo de circulación, se aproximen de forma simultánea vehículos en las diferentes vías, ambos deben realizar alto total y cruzar con precaución, alternándose el paso bajo el criterio de “uno y uno”.

VIII. En las glorietas, el vehículo que se encuentre dentro de la misma tiene preferencia de paso sobre el que pretenda acceder a ella; en aquellas glorietas de varios carriles tienen preferencia aquellos vehículos que realicen movimiento para salir de ella;

IX. La vuelta continua, a la derecha y a la izquierda, está prohibida, excepto cuando exista un señalamiento que expresamente lo permita, en cuyo caso deberá cederse el paso a los peatones que estén cruzando y a los vehículos que transiten por la vía a la que se pretende incorporar;

X. En vías en las que exista reducción de carriles, tendrá preferencia el conductor del vehículo que circula sobre el carril que se conserva; en caso de congestión vial, todos los vehículos deberán guardar el orden de paso sin adelantase a otros vehículos que les precedan e intercalarse uno a uno; y

XI. En vías con pendientes donde no sea posible el paso simultáneo de dos vehículos, tiene preferencia de paso el conductor del vehículo que va en sentido ascendente.

Artículo 11.- Se prohíbe a los conductores de todo tipo de vehículos:

I. Detener su vehículo invadiendo los cruces peatonales marcados en el pavimento, así como dentro de la intersección de vías;

II. II. Detener su vehículo sobre un área de espera para bicicletas o motocicletas, a menos que se trate del usuario para el cual está destinado;

III. Circular o detenerse en áreas restringidas que estén delimitadas por marcas en el pavimento, incluyendo las áreas señaladas para el estacionamiento en vía pública u otros dispositivos para el control del tránsito que establezcan este impedimento, en especial:
   a) Circular sobre aceras o cualquier otro tipo de vías peatonales; y
   b) Circular sobre vías ciclistas, a menos que se trate de una bicicleta.

IV. Detenerse en sitios donde exista señalamiento restrictivo que así lo indique, o cuando la guarnición de la acera sea de color rojo, excepto para respetar la luz roja de un semáforo o por indicación de un Agente;

V. Entorpecer la marcha de columnas militares, escolares, desfiles cívicos y similares;

VI. Rebasar a otros vehículos cuando éstos se detengan para ceder el paso a los peatones;

VII. Realizar un movimiento diferente a lo indicado por la señalización vial sobre carriles destinados para giros a la derecha o izquierda;

VIII. Dar vuelta en “U” cerca de una curva y donde el señalamiento restrictivo expresamente lo prohíba;

IX. Con excepción de vehículos no motorizados, circular sobre el acotamiento de la vía; éste se utilizará principalmente para el estacionamiento de vehículos que sufran alguna descompostura;

X. En las vías con carriles exclusivos de transporte público:
   a) Circular sobre los carriles exclusivos para el transporte público en el sentido de la vía o en contraflujo. Los vehículos que cuenten con la autorización respectiva para utilizar estos carriles deberán conducir con los faros delanteros encendidos y contar con una señal luminosa de color ámbar;
   b) Realizar maniobras de ascenso y descenso de personas, o maniobras de carga y descarga de mercancías, debiendo realizarlas en calles locales transversales;
   c) Estacionarse o efectuar reparaciones a vehículos, en caso de contingencia o emergencia, de forma inmediata se debe retirar el vehículo a un lugar distinto donde no obstruya la circulación; y
   d) Interferir los carriles exclusivos de transporte público al dar vuelta a la izquierda, derecha o en “U”, así como cambiar de cuerpo de circulación en la misma vía cuando existan señalamientos restrictivos que prohíban estos movimientos.

XI. Realizar maniobras de ascenso o descenso de personas en carriles centrales de las vías de acceso controlado;

XII. Rebasar por el carril de sentido contrario, cuando:
   a) Existan peatones u otros vehículos cruzando en la intersección;

b) Sea posible rebasarlos en el mismo sentido de circulación;
c) El carril de circulación contrario no ofrezca una clara visibilidad o cuando no esté libre de tránsito en una longitud suficiente que permita efectuar la maniobra;
d) Se acerque a la cima de una pendiente o en curva;
e) Se encuentre a una distancia de treinta metros o menos de una intersección o de una vía férrea;
f) Se pretenda adelantar filas de vehículos;
g) Exista una raya central continua; y
h) El vehículo que lo precede haya iniciado una maniobra de rebase, y no existan las condiciones de libre visión y seguridad.

XII. Circular en reversa más de treinta metros, salvo que no sea posible circular hacia delante;

XIII. Circular detrás de vehículos de emergencia que transiten con las señales luminosas y audibles encendidas, debiendo guardar una distancia mínima de cincuenta metros; y

XIV. Detenerse a una distancia que entorpezca o ponga en riesgo las labores del personal de atención a emergencias.

Artículo 22.- Además de lo dispuesto en el capítulo II de este Título, los conductores de vehículos de transporte público de pasajeros deben:

I. Circular por el carril de la extrema derecha, excepto cuando:
a) Existan vehículos parados o estacionados o exista algún obstáculo de carril;
b) Para rebasar a otros vehículos más lentos; y
c) Se pretenda girar a la izquierda.

II. Compartir de manera responsable con los ciclistas el espacio de circulación en carriles de la extrema derecha y rebasarlos otorgando al menos 1.50 metros de separación lateral entre los dos vehículos, disminuir la velocidad y tomar las precauciones necesarias;

Artículo 23.- Queda prohibido a los conductores de vehículos de transporte público colectivo de pasajeros:

I. Circular por los carriles centrales de las vías de acceso controlado a menos que esté expresamente autorizado para hacerlo;

II. Rebasar a otro vehículo que circule en el carril de contraflujo, salvo que el vehículo esté parado por alguna descompostura; en este caso, el conductor rebasará con precaución, con las luces delanteras encendidas y direccionales funcionando;

III. Realizar maniobras de ascenso o descenso de pasajeros, en el segundo o tercer carril de circulación, contados de derecha a izquierda, o sobre una vía ciclista exclusiva; y
IV. Utilizar equipos de audio a niveles de volumen que resulten dañinos a la salud o molestos a los pasajeros por rebasar la medición de decibeles permitidos.

Artículo 38.- Los conductores de vehículos son responsables de evitar realizar acciones que pongan en riesgo su integridad física y la de los demás usuarios de la vía, por lo que se prohíbe:

d) Manipular un teléfono celular o cualquier dispositivo de comunicación o de audio mientras el vehículo esté en movimiento, cualquier manipulación deberá hacerse con el vehículo detenido;
IV. Adicionalmente, a los conductores de vehículos de transporte público, escolar y de personal:
a) Cargar combustible llevando pasajeros a bordo; y
b) Llevar vidrios polarizados, obscurecidos o con aditamentos u objetos distintos a las calcomanías reglamentarias.

Articulo 50.- Queda prohibido conducir vehículos motorizados cuando se tenga una cantidad de alcohol en la sangre superior a 0.8 gramos por litro o de alcohol en aire espirado superior a 0.4 miligramos por litro, así como bajo el influjo de narcóticos, estupefacientes o psicotrópicos al conducir.

Los conductores de vehículos destinados al servicio de transporte público de pasajeros, transporte escolar o de personal, vehículos de emergencia, de transporte de carga o de transporte de sustancias tóxicas o peligrosas, no deben presentar ninguna cantidad de alcohol en la sangre o en aire espirado, síntomas simples de aliento alcohólico o de estar bajo los efectos de narcóticos, estupefacientes o psicotrópicos al conducir.



Ilustración 128 Señalización de NO ALCOHOL

. 17.4. Ley de Movilidad

Artículo 2.- Se considera de utilidad pública e interés general:

I. La prestación de los servicios públicos de transporte en el Distrito Federal, cuya obligación original de proporcionarlos corresponde a la Administración Pública, ya sea en forma directa o mediante concesiones a particulares, en los términos de este ordenamiento y demás disposiciones jurídicas y administrativas aplicables.

Artículo5.- La movilidad es el derecho de toda persona y de la colectividad a realizar el efectivo desplazamiento de individuos y bienes para acceder mediante los diferentes modos de transporte reconocidos en la Ley, a un sistema de movilidad que se ajuste a la jerarquía y principios que se establecen en este ordenamiento, para satisfacer sus necesidades y pleno desarrollo. En todo caso el objeto de la movilidad será la persona.

Artículo 6.- Se otorgará prioridad en la utilización del espacio vial y se valorará la distribución de recursos presupuestales de acuerdo con la siguiente jerarquía de movilidad:

I. Peatones, en especial personas con discapacidad y personas con movilidad limitada;
II. Ciclistas;
III. Usuarios del servicio de transporte público de pasajeros;
IV. Prestadores del servicio de transporte público de pasajeros;
V. Prestadores del servicio de transporte de carga y distribución de mercancías;
VI. Usuarios de transporte particular automotor.

Artículo 64.- Todo conductor de vehículo motorizado en cualquiera de sus modalidades, incluyendo a los motociclistas, deberá contar y portar licencia para conducir junto con la documentación establecida por esta Ley y otras disposiciones aplicables de acuerdo con las categorías, modalidades y tipo de servicio.

La Secretaría otorgará permisos para conducir vehículos motorizados de uso particular a personas físicas menores de dieciocho y mayores de quince años de edad.

Artículo 66.- Las licencias o permisos para conducir se extinguen por las siguientes causas:

I. Suspensión o cancelación;
II. Expiración del plazo por el que fue otorgada; y
III. Las previstas en las disposiciones jurídicas y administrativas aplicables.

Artículo 67.- La Secretaría está facultada para cancelar de forma definitiva las licencias o permisos para conducir por las siguientes causas:

I. Cuando el titular sea sancionado por segunda vez en un periodo de un año, por conducir un vehículo en estado de ebriedad;
II. Cuando el titular sea sancionado por tercera ocasión en un periodo de tres o más años por conducir un vehículo en estado de ebriedad;
III. Cuando el titular cometa alguna infracción a la presente Ley o sus reglamentos, bajo la influencia de estupefacientes, psicotrópicos u otras sustancias tóxicas;
IV. Cuando al titular se le sancione en dos ocasiones con la suspensión del permiso o la licencia de conducir;
V. Cuando se compruebe que la información proporcionada para su expedición es falsa, o bien que alguno de los documentos presentados es falso o alterado, en cuyo caso se dará vista a la autoridad competente; y
VI. Cuando por motivo de su negligencia, impericia, falta de cuidado o irresponsabilidad, el titular cause lesiones que pongan en peligro la seguridad o la vida de los usuarios.

Artículo 68.- La Secretaría suspenderá en forma temporal el uso de licencia o permiso para conducir, por un término de seis meses a tres años, en los siguientes casos:

I. Si el conductor acumula tres infracciones a la presente Ley o sus reglamentos en el transcurso de un año;
II. Cuando el titular de esta haya causado algún daño a terceros o a sus bienes sin resarcirlo, al conducir un vehículo;
III. Por un año cuando el titular sea sancionado por primera ocasión por conducir un vehículo en estado de ebriedad, quedando obligado el infractor a someterse a un tratamiento de combate a las adicciones que determine su rehabilitación en una institución especializada pública o privada; y
IV. Por tres años cuando el titular sea sancionado por segunda ocasión en un periodo mayor a un año, contado a partir de la primera sanción por conducir un vehículo en estado de ebriedad, quedando obligado el infractor a someterse a un tratamiento de combate a las adicciones que determine su rehabilitación en una institución especializada pública o privada.

El titular de la licencia o permiso cancelado quedará impedido para conducir vehículos motorizados en el territorio del Distrito Federal con licencia o permiso para conducir expedido en otra entidad federativa o país.

Artículo 69.- A ninguna persona se le reexpedirá un permiso o licencia para conducir en los siguientes casos:

I. Si el permiso o licencia para conducir está suspendida o cancelada;
II. Cuando la Secretaría compruebe que el solicitante ha sido calificado de incapacitad mental o física que le impida conducir vehículos motorizados y

III. no compruebe mediante certificado médico haberse rehabilitado. Entendiendo que, en caso de discapacidad física, la movilidad en vehículos motorizados podría superarse con adaptaciones de diversa índole que permitan conducirles de forma segura y eficiente. La incapacidad mental sólo podrá avalarse por autoridad facultada para ello;
IV. Cuando presente documentación falsa o alterada o proporcione informes falsos, en la solicitud correspondiente;
V. Cuando le haya sido cancelado un permiso o concesión por causas imputables a su persona; y
VI. Cuando así lo ordene la autoridad judicial o administrativa.

Artículo 132.- Cuando el daño sea resultado de una conducta cometida con vehículos destinados a la prestación del servicio de transporte público de pasajeros, el conductor y el concesionario responderán solidariamente por los daños causados apersonas y bienes.

Con independencia de las acciones jurídico-legales que pudieran emprender las partes, la reparación del daño, consistirá, a elección del ofendido, en el resarcimiento en especie, mediante el uso de alguna póliza vigente otorgada por alguna institución facultativa o en el pago de los daños y perjuicios.

Artículo 225.- Los programas de cultura de movilidad se regirán bajo los siguientes principios:

I. La circulación en las vialidades de la Ciudad será en condiciones de seguridad vial, las autoridades en el ámbito de su competencia deberán adoptar medidas para garantizar la protección de la vida;
II. La circulación en la vía pública será con cortesía, por lo que las personas deberán observar un trato respetuoso hacia el personal de apoyo vial, agente de tránsito y prestadores de servicio de transporte público de pasajeros;
III. Dar prioridad del uso del espacio a los usuarios de acuerdo a la jerarquía de movilidad establecida en la presente Ley;
IV. Los conductores de vehículos motorizados deberán conducir de forma prudente y con cautela;
V. Promover la utilización del transporte público y no motorizado para mejorar las condiciones de salud y protección del medio ambiente.

18. Señalización

18.1. Sistema Vial

Dentro de los elementos que componen el sistema vial es importante resaltar el aspecto relativo a la señalización y a los dispositivos de seguridad, ya que su participación es primordial para el usuario de las vialidades.

Son aquellos símbolos, leyendas, sonidos, marcas o luces que la autoridad competente instala en la vía pública con el fin de regular el tránsito de peatones y vehículos.



Ilustración 129 Señales de tránsito

Son parte integrante de la vía pública, calles o caminos, y constituyen el complemento necesario que ayuda a valorizar la efectividad de las diferentes características que ofrecen las calles o caminos para brindar seguridad y orientación al conductor de un vehículo y a todos sus usuarios.



Ilustración 130 Señal "Paso preferente al trolebús" en Eje Centra

I

18.1.1.Código de colores

El código de colores mostrado en la tabla siguiente establece de manera general el uso de estos y su aplicación para los distintos elementos que componen al sistema de señalización vial. Es importante uniformizar la utilización de los colores ya que permite identificar su aplicación independientemente del mensaje o indicación que se plasme en la señal.

Color	Uso
Amarillo	Prevención
Azul	Servicios e información turística
Blanco	Restricción, información general y de recomendación
Naranja	Zona de obras
Rojo	Alto y Prohibición
Verde	Información de destino
Verde limón fluorescente	Cruce de escolares

Tabla 17 Código de colores en señales de tránsito

18.2. Clasificación de las señales viales

Existen muy distintas señales viales con diferentes fines y propósitos específicos, las cuales se clasifican en:

- Señalamiento Vertical
  - Señales restrictivas
  - Señales preventivas
  - Señales informativas
- Señalamiento Horizontal

18.2.1. Señalamiento Vertical

Es el conjunto de señales en tableros con leyendas y pictogramas fijados en postes, marcos y otras estructuras. Según su propósito estas señales se clasifican en: señales restrictivas, señales preventivas y señales informativas.

18.2.2. Señales restrictivas

Este tipo de señales tiene por objeto el indicar movimientos restrictivos, limitaciones físicas y/o prohibiciones reglamentarias sobre el tránsito en las vialidades y/o vías de comunicación. Sus características principales son que tienen un fondo de color blanco con un aro de color rojo y sus letras, así como sus pictogramas son de color negro.



Ilustración 131 Señales de tránsito restrictivas más comunes

18.2.3. Señales preventivas

Las señales preventivas tienen por objeto, advertir la existencia y/o naturaleza de un peligro sobre las vías de comunicación. Se caracterizan por un color de fondo amarillo, símbolos, leyendas y filetes negros. Estas señales se colocan en vías donde la velocidad promedio es mayor a 60 km/h, por lo que se colocan con bastante antelación para permitir a los conductores tomar las precauciones debidas.



Ilustración 132 Señales de tránsito preventivas más comunes

18.2.4. Señales informativas

Las señales informativas tienen por objeto servir de guía para localizar o identificar calles, vialidades, carreteras, así como lugares turísticos, nombres de poblaciones y lugares de interés. Color de Identificación: Fondo blanco reflejante o verde, tratándose de señales de demostración o de identificación y fondo azul en señales de servicio.

Esta a su vez se clasifican en:

- ✓ De identificación
- ✓ De destino
- ✓ De recomendación
- ✓ De información general
- ✓ De servicios y turísticas



Ilustración 133 Señales de tránsito informativas más comunes



Ilustración 134 Señales de tránsito informativas de destinos

18.2.5. Señalamiento Horizontal

Es el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

Sirve también para denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios.

Estas marcas y dispositivos son: rayas, símbolos, leyendas, botones, botones reflejantes, boyas y delimitadores.

- Líneas blancas: sirven para separar el sentido de los carriles, pueden ser continuas y discontinuas además delimitan los carriles.
- Las flechas: indican el sentido, dirección de las calzadas, ejes viales o calles.
- Las Señales Horizontales y Verticales
- La guarnición: pintada de color amarillo, señala zonas que están fuera de circulación.
- Los pasos y los puentes peatonales tienen el mismo propósito. Por el color amarillo pertenecen a las señales horizontales.

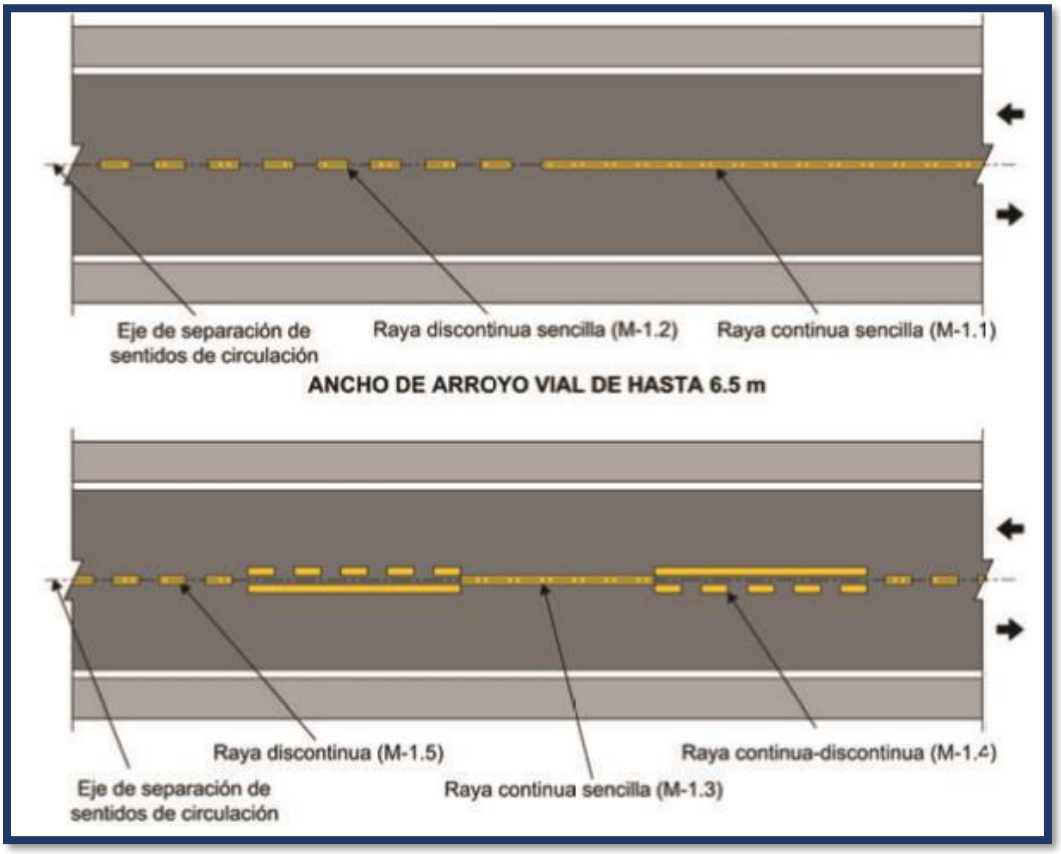


Ilustración 135 Balizado en calles

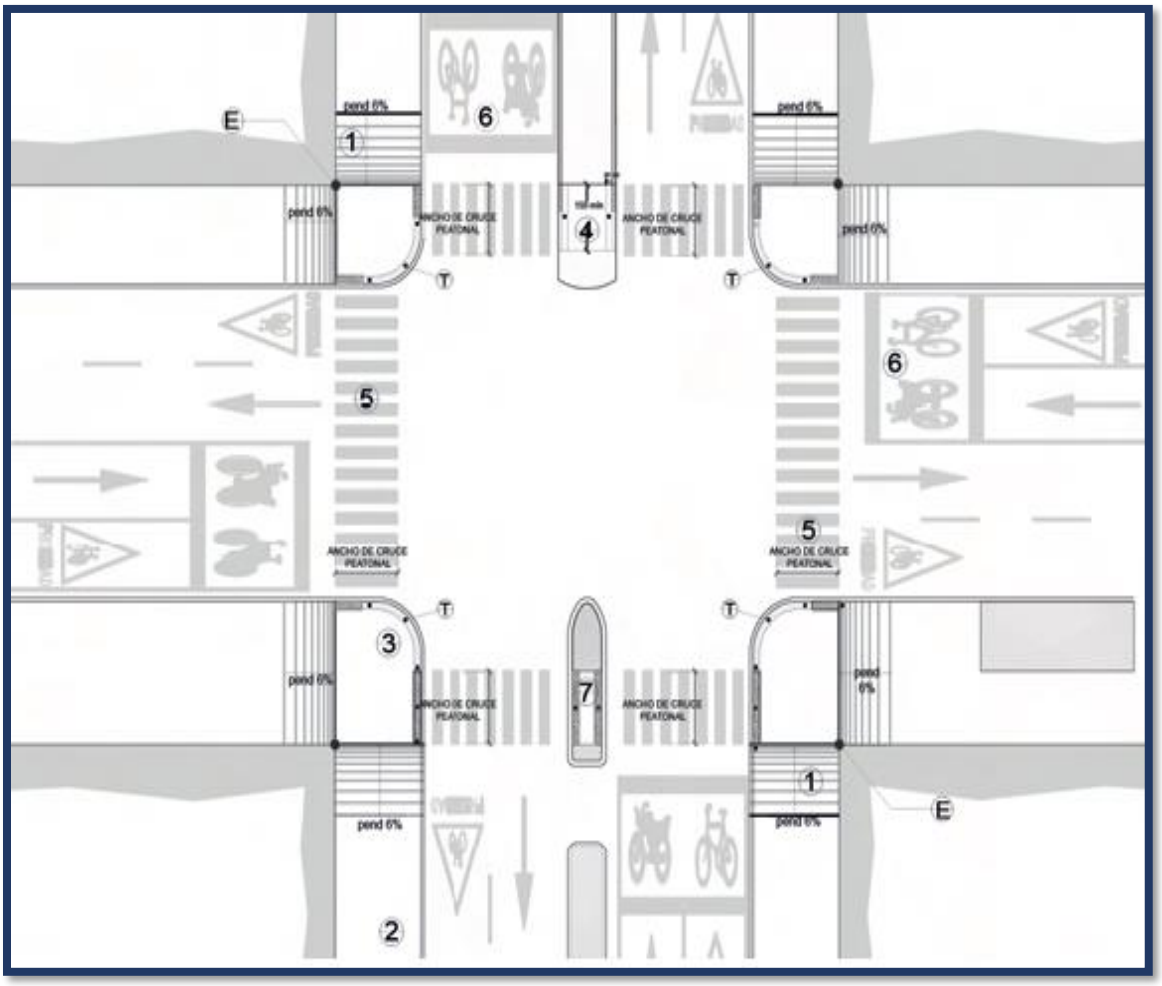


Ilustración 136 Elementos de balizamiento en una intersección

Referencias:

E: Esquina de alineamiento del predio.

T: Punto tangente al centro de la curva.

1: Rampa recta.

2: Banqueta.

3: Área de aproximación.

4: Paso en camellón.

5: Marca de cruce peatonal.

6: Área de espera para ciclistas y motociclistas.

7: Paso de isla.

18.2.6. Señales especiales

Este tipo de señalamientos tiene diferentes características y diversos usos, por lo que no pertenecen a una sola clasificación y se les considera como señales especiales las cuales son lámparas, reflejantes, faros intermitentes de color ámbar y rojo, hitos, reflejantes, chalecos, flechas direccionales luminosas, etcétera.



Ilustración 137 Señales especiales de tránsito

18.2.7. Señales acústicas

Las señales acústicas son utilizadas como señales de alarma o aviso, tienen la ventaja de no estar limitadas respecto al campo de audición, contemplado este en su variable angular, dado que nuestro sistema auditivo abarca 360°. Además, algunas alarmas se encuentran en los cruceros esto con la finalidad de que el peatón o cualquier usuario cruce la vía sin mayor riesgo.



Ilustración 138 Señales de tránsito con acústica

18.3.Semáforo

El semáforo es un mecanismo que emite señales luminosas, utilizadas para regular la circulación de vehículos y personas, se clasifican en Vehiculares y Peatonales.

18.3.1. Semáforo vehicular

Es de forma rectangular, se coloca frontalmente al cruce del arroyo vehicular y tiene tres señales con sus respectivos colores: Siga (verde), Alto (rojo) y Prevención (ámbar).

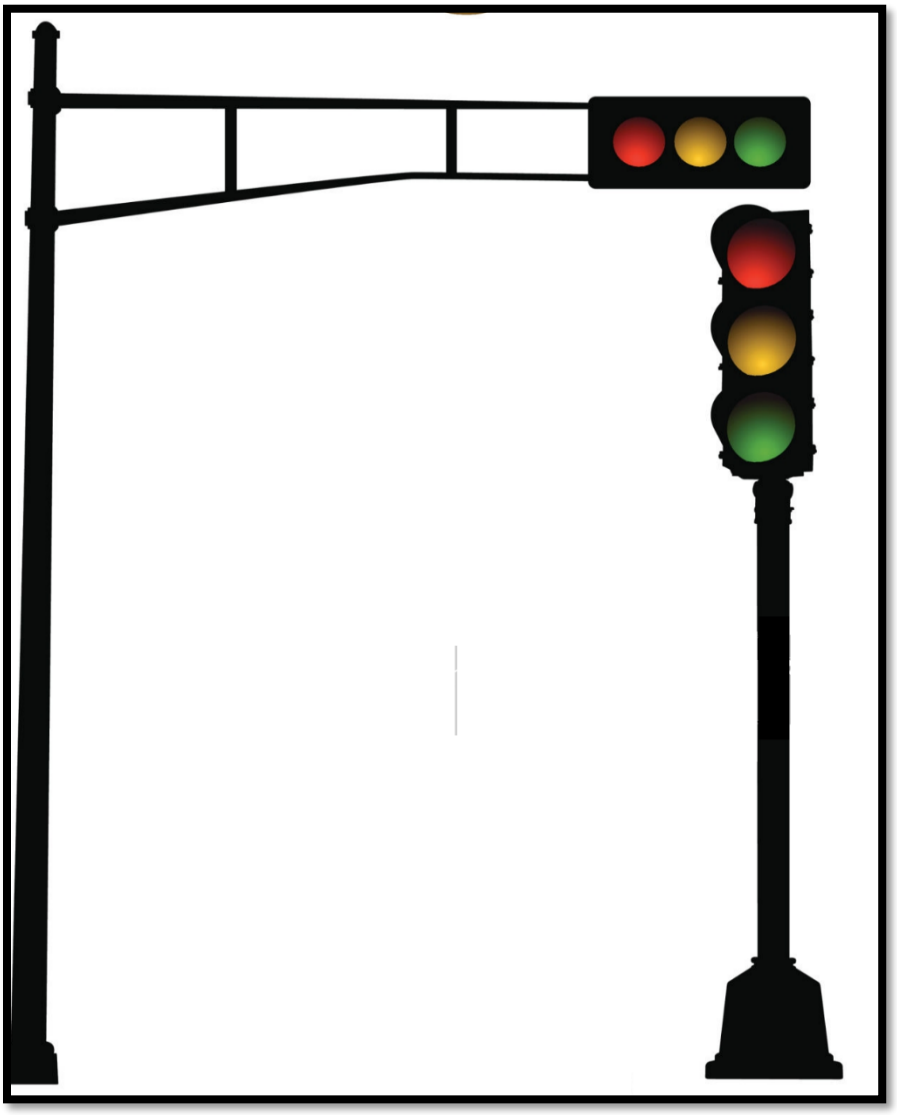


Ilustración 139 Semáforo vehicular horizontal y vertical

18.3.2. Semáforo peatonal

Es de forma rectangular se coloca frontalmente al cruce peatonal y tiene dos señales, con sus tres respectivos colores: Alto (rojo) y Siga (verde), están representados por una silueta humana en movimiento y otra que permanece de pie. Algunos modelos despliegan un contador de segundos para saber el tiempo del que se dispone para realizar el cruce.



Ilustración 140 Semáforo peatonal

18.3.3. Semáforo especial

Es un dispositivo de seguridad que indica que está cerca una zona escolar o el cruce de vías férreas. Sirven para indicar peligro, regular la velocidad y/o restringir el uso de carriles.

Los colores más utilizados son amarillos y naranjas que emiten luz parpadeante indefinidamente.

Nota: ¡Recuerda que siempre se debe de respetar la indicación del semáforo, el pasarlo por alto, es causa de muchos accidentes!



Ilustración 141 Semáforo especial

18.4. Diagrama de Distribución de carriles

La distribución de carriles va en función del espacio disponible y los servicios que se pretenda explotar.

En el Corredor Cero Emisiones “Eje Central” y “Eje 7-7A Sur” tenemos la modalidad de carril compartido con ciclistas, como se puede ver en el siguiente esquema:

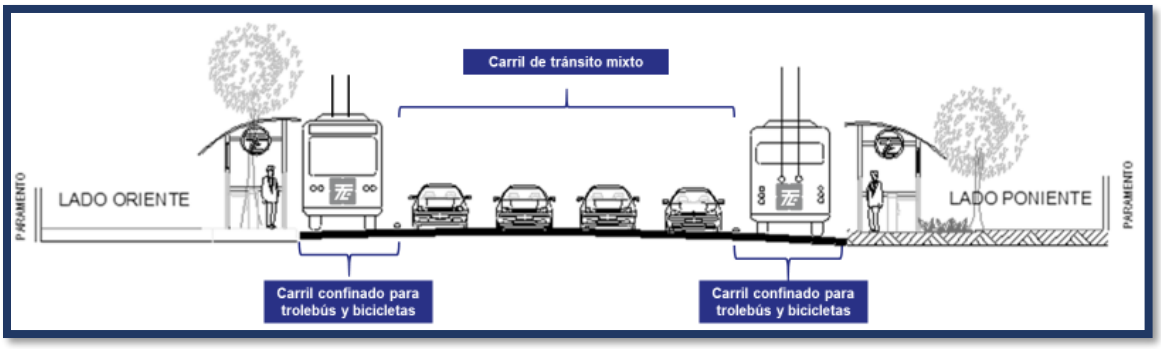


Ilustración 142 Esquema de distribución de carriles en Corredor Cero Emisiones Trole - Bici “Eje Central”

18.4.1. Componentes del parabús

En los corredores cero emisiones se cuentan con parabuses de STE donde los pasajeros esperan el trolebús.

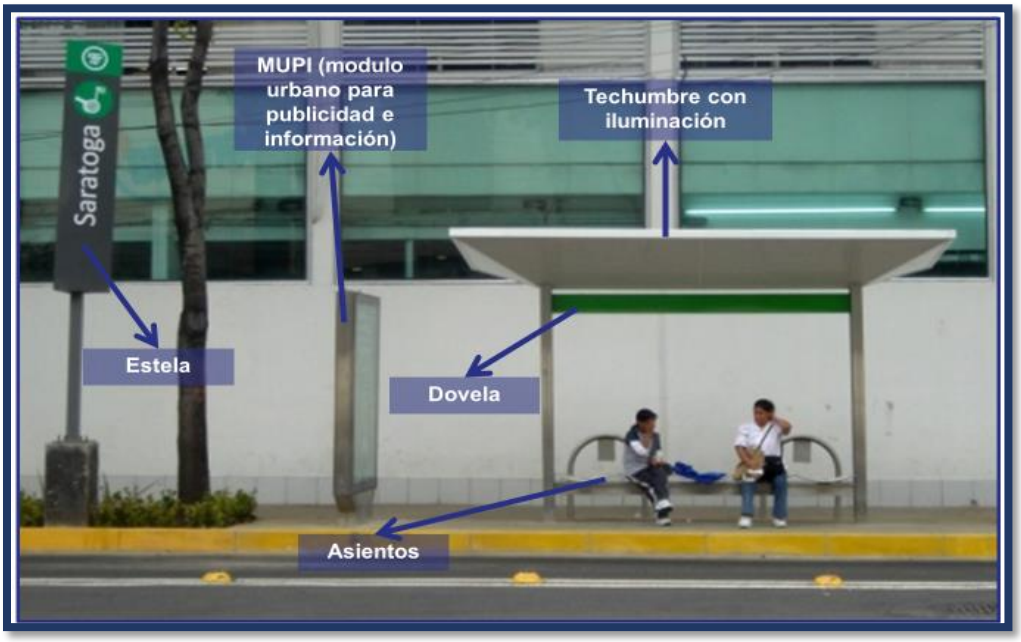


Ilustración 143 Partes del parabús de STE

19 TROLEBÚS ELEVADO

Línea 10 (Constitución 1917 – Acahualtepec)

La línea 10 del trolebús también llamada **trolebús elevado**, es una línea de trolebús tipo BRT (Bus Rapid Transit) primera en su tipo con trolebuses articulados en su mayoría.

Actualmente recorre de oriente a poniente y viceversa sobre la calzada Ermita Iztapalapa desde la estación Acahualtepec hasta el metro constitución de 1917.



Ilustración 144 Trolebús elevado

GENERALIDADES DE LA LÍNEA	
	Capacidad de pasajeros por hora: 4,300 Pasajeros / Hora.
	Tiempo de ciclo: 40 minutos aproximadamente.
	Tiempo por parada en estación: 15 Segundos aprox.
	Capacidad por unidad: 85-140 Pasajeros.
	Capacidad de Vehículos por hora: 42 Unidades / Hora
	Intervalo entre unidades: 1.4 Minutos
	Número de unidades: 29 Unidades

Tabla 18 Generalidades de línea 10.

19.1. Protocolo de apertura y cierre de estaciones

- En cada estación se tendrá un personal en planta baja y en planta alta de PA (Policía Auxiliar).
- Personal operativo (jefes de Terminal), o en su ausencia el PA, previo a la apertura de puertas deberán estar en la Estación e inspeccionar de manera general sus condiciones para la apertura (Iluminación, cristales, maquinas TVM, torniquetes, escaleras eléctricas, elevadores, señalética, infraestructura y presencia de personal PA). En caso de alguna anomalía deberá reportar a CC. Una vez realizado lo anterior procederá a indicar al PA la apertura de la estación.
- El inicio de servicio en Terminales será a las 5:00 a.m. la apertura de estaciones será a las 4:55 a.m.
- El proceso de apertura inicia cuando el PA encargado de estación se presenta en la entrada principal de la estación permitiendo el acceso a los usuarios.
- Los usuarios al ingresar deberán pagar la tarifa de ingreso con la Tarjeta de Movilidad Integrada a través de los validadores que estarán en cada torniquete.
- El usuario al cruzar los torniquetes accederá al nivel elevado a través de las escaleras o elevadores (según sea su necesidad, condición o su posibilidad), para llegar a la zona de espera o anden, donde los trolebuses realizarán alto total para permitir el acceso y salida.
- La conclusión del servicio en Terminales será a las 00:00 horas, el cierre de estaciones para acceso de usuarios será a las 23:59.
- El PA de cada estación realizará un cierre parcial a las 23:59 con la finalidad de que los usuarios que requieran acceder al último servicio o trolebús puedan ingresar.
- Los PA deberán solicitar la información del último trolebús que realizará viaje de cada Terminal, dicha información deberá ser trasmitida a los usuarios.
- Una vez que pase el último trolebús por cada estación y salgan los usuarios de esta el PA deberá realizar el cierre total.

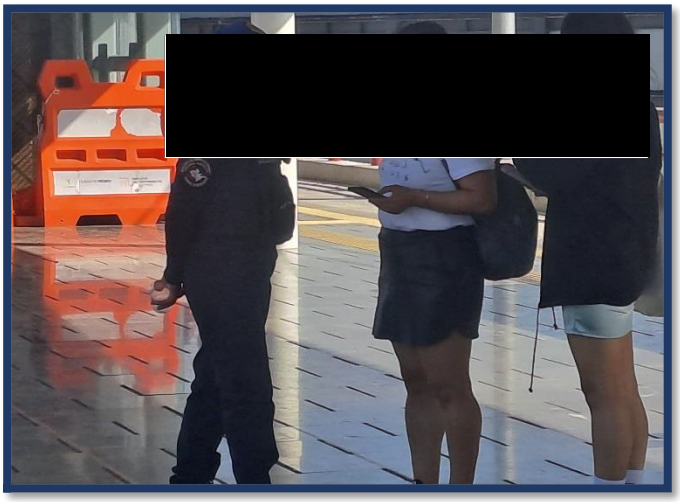


Ilustración 145 Trolebús elevado

19.2. Especificación de labores.

1. El operador deberá presentarse **puntualmente**, portando su licencia tipo “C” debidamente aseado, rasurado, portando el uniforme completo (limpio y planchado, zapatos lustrados), con corte de cabello regular, sin aretes y perforaciones visibles, gorras o sombreros.
2. Presentarse **en perfectas condiciones físicas y mentales**, sin haber consumido alcohol y/o sustancias toxicas o medicamentos que produzcan somnolencia.
3. Los operadores deben presentar su licencia tipo “C” original vigente a los jefes de Terminal, Supervisores y/o auditores del STE en caso de requerírselo.
4. Anotar y/o realizar el completo llenado de la papeleta de programación conformé a los espacios establecidos y los datos solicitados para el uso de este formato.
5. Verificar el buen funcionamiento y estado de los sistemas de la unidad.
6. El display electrónico, deberá indicar el destino respectivo.
7. Cuando algún trolebús no se encuentre en condiciones de salir a servicio y no se pueda expedir la corrida, deberá dar aviso al jefe de Terminal y al Centro de Comunicaciones.
8. Se debe reportar al Centro de Comunicaciones toda situación que dificulte la continuidad del servicio, y con su autorización se tomaran las medidas necesarias acorde a las circunstancias para la continuidad (volanteo / bandereo) etc. También se reportarán averías que llegue a observar en la infraestructura de la línea elevada (viento roto, suspensión volteada, cable roto, falta de energía) y alguna eventualidad en la línea que ponga en riesgo la continuidad de servicio.
9. La hora de salida del depósito, así como la hora de salida de terminal, deberá ser en apego al programado en la corrida que se esté laborando. Podrá ser modificado únicamente por indicaciones del Centro de Comunicaciones o el jefe de Terminal.
10. Al incorporarse al circuito elevado en la curva tendrá preferencia de paso el trolebús que se encuentre sobre el circuito e ingrese a la curva.
11. Al incorporarse a la línea, se dará servicio en todas las Estaciones, sin omitir alguna de ellas, a menos que el jefe de Terminal o Supervisor se lo indique y autorice en su papeleta.
12. Tendrá preferencia de paso el trolebús que este por ingresar a la aguja o pluma de la estación.
13. Al llegar a la Estación y estar en alto total, deberá estar pendiente en el entorno, espejos y cámaras antes de operar las puertas.
14. Al realizar la apertura de puertas, vigilará por medio de los espejos retrovisores y cámaras, la entrada y salida de usuarios, al concluir y extremando precauciones cerrará las puertas, posterior a ello reiniciará su marcha. No podrá realizar tiempo de estancia en ninguna Estación.
15. Durante el desempeño de su jornada y por necesidades del servicio, seguirá las instrucciones del Regulador de Paso, jefe de Terminal y/o Supervisor en turno.

16. Tratar a los usuarios del servicio con la debida atención y cortesía, proporcionar la información que soliciten sobre horarios, ruta, lugares de importancia y lugares de transbordo de la línea (Servidor Público).
17. Conforme al reglamento de tránsito CDMX artículo 38 inciso “D”, queda prohibido manipular teléfono celular o cualquier dispositivo de comunicación o de audio, (audífonos, manos libres, radios, pantallas) así como el ingerir alimentos mientras el vehículo este en viaje de servicio.
18. Realizar el acoplamiento de la unidad respecto al límite del andén a una distancia máxima de 20 cm. En caso de que haya un usuario en silla de ruedas, verificará el libre acceso de la silla al interior de la unidad, en caso de no ser posible utilizará la elevación de la suspensión de la unidad para poder desplegar la rampa, con el fin de facilitar su acceso y lo invitará a colocarse el cinturón de seguridad.
19. Al realizar la apertura de puertas, vigilará por medio de los espejos retrovisores y cámaras, la entrada y salida de usuarios, al concluir y extremando precauciones cerrará las puertas, posterior a ello reiniciará su marcha. No podrá realizar tiempo de estancia en ninguna Estación.
20. Debe observar frecuentemente los instrumentos de medición, cuando estos presenten alguna falla indicada en el tablero, deberá reactivar la unidad apagándola por espacio de 1 minuto y realizar el encendido nuevamente, de persistir la falla se reportará al Centro de Comunicaciones, para recibir instrucciones.
21. No permitir que personas ajenas o del propio servicio manejen la unidad a su cargo. Excepto Instructores para verificar alguna falla o prueba de la unidad, jefes de Terminal y apoyos en las Terminales.
22. No deberá ser acompañado en sus horas de trabajo por familiares, adultos, niños y otras personas que distraigan su conducción.
23. En caso de accidente o siniestro deberá reportarse al Centro de Comunicaciones. No se retire y de haber lesionados, brindarles auxilio y/o atención.
24. Cuando se active la retracción o conexión automática del sistema colector, será obligación del operador retraer o conectar ambos troles de forma automática, esta acción deberá realizarse cuando la unidad se encuentre en alto total y en vertical a la línea elevada. Deberá esperar a que concluya la función hasta que el monitor regrese a su estado de origen “tablero de viaje”. (Revisar cámara). De no realizarse correctamente o se omita este proceso, los daños causados serán responsabilidad del operador.
25. Al llegar a la Estación Terminal deberá hacer alto total, activar freno de estacionamiento, tracción en neutro y atender las indicaciones del jefe de Terminal.
26. Al rendir en el Depósito, deje la unidad en el lugar que se le indique en posición de estacionado, freno de estacionamiento activado, selector de marcha inhibido y todos los interruptores en posición de apagado, puertas cerradas con presión de aire y ventanillas cerradas.

27. Queda prohibido la colocación de cortinas u otros accesorios (cartelones o banderines) que dificulten su visibilidad.
28. Prohibido realizar convoyes de más de dos unidades, mantener distancia de seguridad con el trolebús de adelante de 200 metros.
29. **Quedan prohibido los rebases.** Será permisible el rebase sólo con autorización del Centro de Comunicaciones en caso de alguna emergencia o descompostura que impida la continuidad del trolebús más próximo y cuando se esté absolutamente seguro de poder realizarlo. Cuando no pueda realizarse en modo trolebús, el operador deberá informar al Centro de Comunicaciones y solicitar autorización para que se realice en modo batería.
30. Mantenerse atento e informado de las circulares y avisos que genere el Servicio de Transportes Eléctricos.

19.3. Indicadores de límite de velocidad (ILV).

Los indicadores de límite de velocidad (ILV) son señales que le informan al Operador la velocidad a la cual deben circular por diversos tramos de la línea considerando el trazo y perfil de la vía y estos constan de tres elementos: Advertidor, Ejecutor y Recuperador:

Advertidor

Este elemento del ILV previene al Operador sobre la proximidad a una parte de la línea, donde debe disminuir la velocidad al nivel indicado en dicho señalamiento, la cual debe mantener al circular por la zona cubierta por el ejecutor.



Ilustración 146 Señalamiento advertidor.

Ejecutor

El ejecutor de un ILV indica al Operador el punto a partir del cual el trolebús circulará a la velocidad señalada en el advertidor, la que mantendrá al transitar por la zona cubierta por dicho señalamiento.



Ilustración 147 Señalamiento advertidor.

La velocidad señalada por el ejecutor de un ILV debe ser aplicada desde el franqueamiento de éste y se mantendrá hasta franquear nuevamente el advertidor o en ausencia de éste, hasta el punto normal de paro (PNP) de la estación por arribar.

Cuando un despachador, jefe de terminal, supervisor operativo o cualquier persona relacionada con la operación de la línea, detecte que un operador no respeta la velocidad indicada por el ejecutor de un ILV, elaborará el reporte correspondiente para ser sancionado el operador.



Ilustración 148 Trolebuses en circuito elevado.

19.4. Protocolos de acción.

En caso de incendio en la unidad guarda la calma, no alarmes a los usuarios e identifica el origen del incendio. Coloca la unidad en posición de estacionada, posición de apagado y desconectar los postes colectores. Desaloja a los usuarios y en caso de ser necesario solicita el apoyo para auxilio a personas de la tercera edad o personas con discapacidad. Acciona el extintor con base a las medidas de seguridad y el procedimiento de uso. Reportar al Centro de Comunicaciones e indicar la situación y la necesidad de servicios de emergencia.



Ilustración 149 Incendio en el trolebús.

En caso de sismo, una vez que comience a escucharse la alerta sísmica deberá detener gradualmente la unidad hasta alto total. De encontrarse en una Inter estación no deberá permitir la salida de usuarios del trolebús. Una vez concluido el sismo y en caso de existir las condiciones podrá reanudar su marcha segura a una velocidad de 15 km/h, hasta llegar a la estación más próxima, reportarse al Centro de comunicaciones y/o seguir las indicaciones del jefe de Terminal, Regulador, Supervisor o Auditor en Línea.



Ilustración 150 Sismo en el trolebús elevado

20. Autoridades en la operación

Para la prestación de servicio de trolebús y garantizar su continuidad, se tienen puestos de mando y autoridad para la toma de decisiones rutinarias y eventualidades extraordinarias.

20.1. Funciones del regulador de paso

El objetivo del regulador de paso es mantener los intervalos de las unidades de trolebuses a lo largo de la línea conforme a su derrotero, respetando las paradas oficiales, en apego al programa de transportación vigente, a fin de garantizar un buen servicio a los usuarios.

- Mantener el intervalo de paso de las corridas en su punto de regulación
- Les estará dando a los operadores la indicación según la necesidad del servicio y según el número de unidades, como ejemplo:
- Solicitar que deje la parada.
- Cambiar bandera o letrero electrónico ya sea de destino o de servicio; es decir, podrá quitar la bandera de solo mujeres y mandarlo a ordinario o en caso necesario eliminar un regreso o regresar las unidades (por necesidades del servicio), como paso interrumpido, cable roto, manifestación, choques de terceros, daños a las instalaciones por cuestiones meteorológicas, unidades descompuestas, festividades patrias y religiosas donde se requiere ajustar el servicio, etc.
- En caso de usuarios lesionados y accidentes viales, podrá el regulador tomar datos y apoyar a los operadores (no tomar decisiones).

20.2. Funciones del jefe de terminal

El jefe de terminal es la persona encargada de organizar a los operadores para que cumplan con su trabajo en tiempo y forma; su principal cualidad es la capacidad de tomar decisiones ante situaciones complejas, con el fin de explotar los recursos humanos y materiales para ofertar el mejor servicio.

- Regular el servicio de acuerdo con el número de corridas programadas y horarios establecidos; para mantener intervalos regulares que garanticen la confiabilidad de la línea.
- Verificar que las corridas lleguen a las terminales de acuerdo al programa, que la salida de los depósitos venga sellada y cuando se autorice que se dirijan a otro lugar, venga la firma de autorización del personal de operación de la división, en caso de no ser así deberá realizar un informe en la papeleta de recaudación e informar a la Coordinación de Jefes de Terminal; así mismo realizar los reportes de aquellos operadores que hagan caso omiso a las indicaciones e instrucciones y que cometan faltas al Reglamento Interior de Trabajo del Organismo

- Anotar horarios reales de salida de unidades de la terminal y cuando haya pasos interrumpidos o falta de corriente deberá anotar el número de parte en su hoja de trabajo y de ser necesario realizar regresos, autorizarlos en la papeleta de recaudación y en su hoja de trabajo (Formato F.OP.59).
- Reportar a los operadores que estén acompañados por personas ajenas al Organismo.
- Vigilar que los operadores circulen con extrema precaución en los diversos dispositivos de la línea elevada para garantizar el buen estado físico de las instalaciones.
- Vigilar que los operadores porten su bandera de origen-destino correctamente y que informen de manera amable a los usuarios de su recorrido cuando sea solicitado.
- Verificar que los operadores se presenten a laborar en perfectas condiciones físicas y mentales y que porten el uniforme durante su jornada de trabajo, en caso de no cumplir con lo anterior deberá realizar el reporte correspondiente en la papeleta del operador y en el Formato F. Op. 04 dirigido a su jefe inmediato.
- Verificar que los operadores realicen las anotaciones de horarios y corte de boletos en la papeleta de recaudación de cada recorrido en los espacios correspondientes, esta misma información deberá anotarla en su hoja de trabajo (Formato F.OP.59).
- Reportar necesidades de su terminal y problemática con otros modos de transporte, usuarios y encargados del CETRAM.
- Informar al centro de comunicaciones las anomalías que surjan en la línea durante la prestación del servicio, así como al jefe inmediato.



Ilustración 151 Trolebús en terminal

20.3. Funciones del centro de comunicaciones

Es la columna vertebral del área de Supervisión Operativa, distribuyendo en forma general toda la información generada las 24 horas del día los 365 días del año, teniendo un control total de lo que sucede en el área operativa.

- El personal que labora en el Centro de Comunicaciones (CC), está obligado a dar cumplimiento a toda información e instrucción recibida por parte de sus superiores, supervisores y personal operativo (jefe de terminal, Reguladores y Operadores)
- El CC deberá canalizar en tiempo y forma la información y las instrucciones a seguir, de acuerdo con las áreas de apoyo. Coordinando las actividades y triangulando la información que recibe, hacia el personal a su cargo, como es; Supervisores, Personal de Auxilio Vial y Línea Elevada.
- Queda a su cargo el control y atención de los trolebuses descompuestos en línea, triangulando la información entre el CC, el operador y el auxilio vial.
- Genera números de Parte en caso de accidente de cualquier índole y de cualquier área del servicio.



Ilustración 152 Puesto Central de Control (PCC) de STE

20.4. Funciones del supervisor

Es la persona encargada de la coordinación, supervisión, control del equipo y del material humano, llámese Operadores, Reguladores o jefes de Terminal, con la intención de lograr la máxima eficiencia y brindar así, un servicio de calidad a nuestros usuarios.

- Observar que los operadores cumplan con lo establecido en el Reglamento Interno en cuanto a trato cortes y respetuoso hacia usuarios y compañeros.
- Hacer respetar los intervalos entre vehículos del servicio
- Supervisa la conducta del personal operativo en servicio
- Vigila al personal operativo
- Debe cooperar con la policía de tránsito, bomberos y otras dependencias oficiales en atención a pasos interrumpidos, accidentes viales, etc.
- Trabaja de acuerdo con otros supervisores, coordinando las acciones para corregir anormalidades en la operación, vía radio.
- Mantiene comunicación continua con el CC
- En caso de incidente o accidente, toma datos necesarios para transmitirlos al CC, coopera en el auxilio de personas lesionas, interviene en ausencia de abogados en el cobro de averías o daños en propiedades del servicio, de común acuerdo con el CC.



Ilustración 153 Supervisor operativo

21.Simbología

Para un entendimiento más sencillo, se cuenta con la siguiente simbología que va describiendo la línea de trolebús y sus diferentes características.

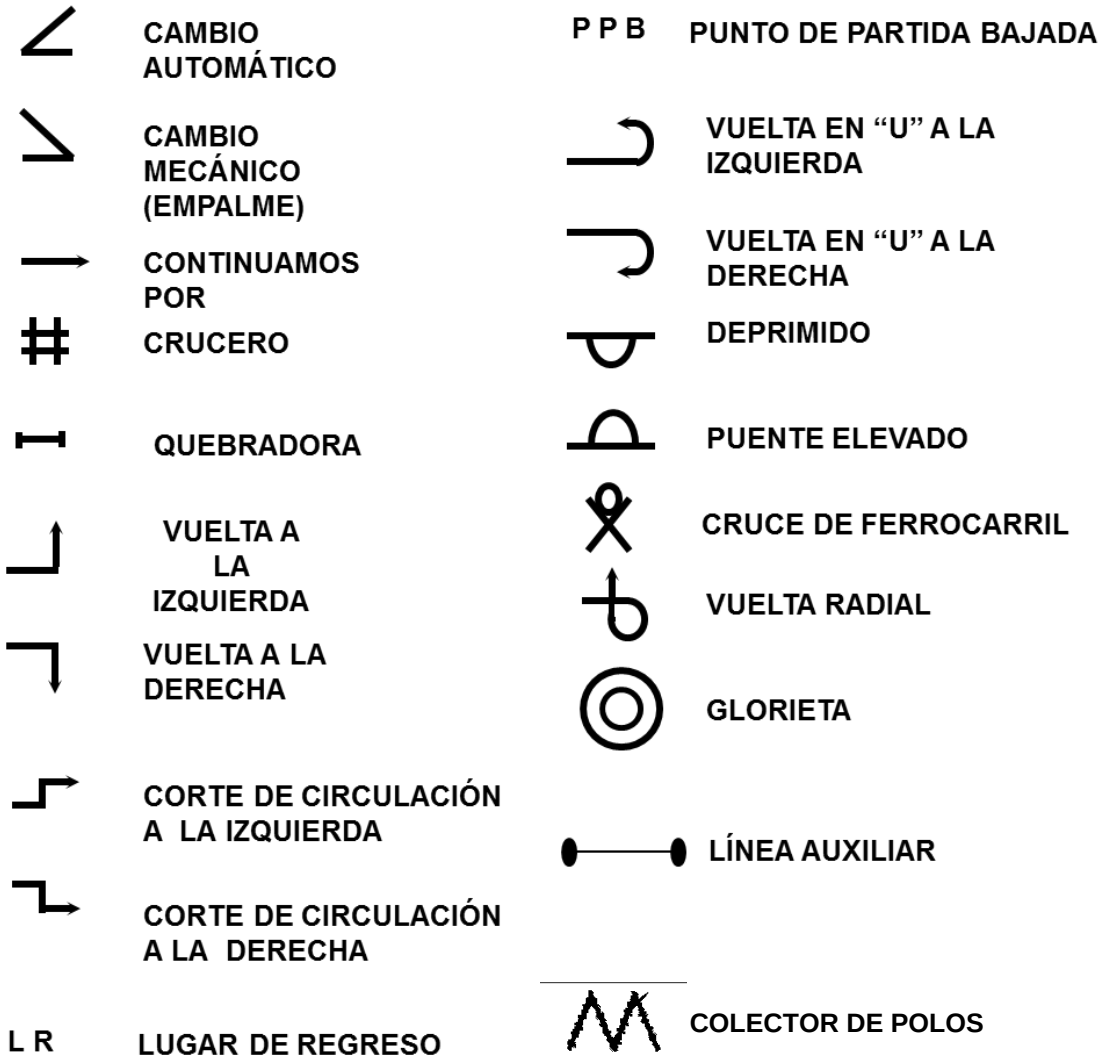


Ilustración 154 Simbología de diagrama de circulación de trolebuses

21.1.Simbología Línea 1 Corredor Cero Emisiones Trole-Bici "Eje Central"

21.1.1. "Central de Norte – Central del Sur"

"CORREDOR CERO EMISIONES"
LÍNEA "1"
(Central de Autobuses del Norte – Central de Autobuses del Sur)
Longitud de línea 36.60 Km.

P. P. S.		P. P. B.	
Salida de terminal Central del Norte		Salida de Terminal Central del Sur	
Sobre Lázaro Cárdenas		Cerro de Zacayuca	
López Velarde		Taxqueña	
Montevideo		Tlalpan	
Poniente 118		MIGUEL ÁNGEL DE QUEVEDO	
Cuitláhuac		Div. del Norte	
Clave	LRCA	Gral. Anaya	
Beethoven		Lázaro Cárdenas	
Granados		Ajusco	
La Ronda	LR	Zapata	LR
Reforma		Municipio Libre	
Pensador Mexicano	LRCA	Santa Cruz	
Ayuntamiento		Xola	
Dr. Ruiz		Gta. Tío Sam	LR
Dr. Lavista	LR	Manuel Payno	
Dr. Pascua		Manuel J. Othón	
Dr. Olvera		Chimalpopoca	
Dr. Balmis		Fray Servando	LR
Gta. Tío Sam	LR	República del Salvador	
Xola		Venustiano Carranza	LRCA
Miguel Laurent		Reforma	
Municipio Libre		La Ronda	LR
Zapata		Granados	
Vista Hermosa	LR	Beethoven	
Div. del Norte		Clave	LRCA
Gral. Anaya		Paganini	
Inglaterra		IPN	
M.A. de Quevedo		Frente a terminal Central del Norte	P.T.
Tlalpan			
Taxqueña			
Cerro Sta. Isabel			
para dos líneas	P.T.		

Tabla 19 Simbología L1

21.1.2. "Central del Norte – Doctor Pascua" C2 (Circuito 2)

"CORREDOR CERO EMISIONES"
LÍNEA "1-CIRCUITO 2"
(Central de Autobuses del Norte – Dr. Pascua)
Longitud de línea 16.50 Km.

P. P. S.	
Salida de terminal Central del Norte	
Sobre Lázaro Cárdenas	
López Velarde	
Montevideo	
Poniente 118	
Cuitláhuac	
Clave	LRCA
Beethoven	
Granados	
La Ronda	LR
Reforma	
Pensador Mexicano	LRCA
Ayuntamiento	
Dr. Ruiz	
Dr. Lavista	
Dr. Valenzuela	
Dr. Pascua	P.T.

P. P. B.		
Salida de terminal Dr. Pascua		
Lázaro Cárdenas		
Fray Servando	LR	
República del Salvador		
Venustiano Carranza	LRCA	
Reforma		
La Ronda	LR	
Granados		
Beethoven		
Clave	LRCA	
Paganini		
IPN		
Frente a terminal Central del Norte		P.T.

Tabla 20 Simbología L1 C2 Pascua

21.2. Simbología Línea 2 Corredor Cero Emisiones Trole-Bici "Eje 2–2A Sur"

"CORREDOR CERO EMISIONES"
LÍNEA "2" EJE 2-2A SUR
(Metro Pantitlan – Metro Chapultepec)
Longitud de línea 18.00 Km.

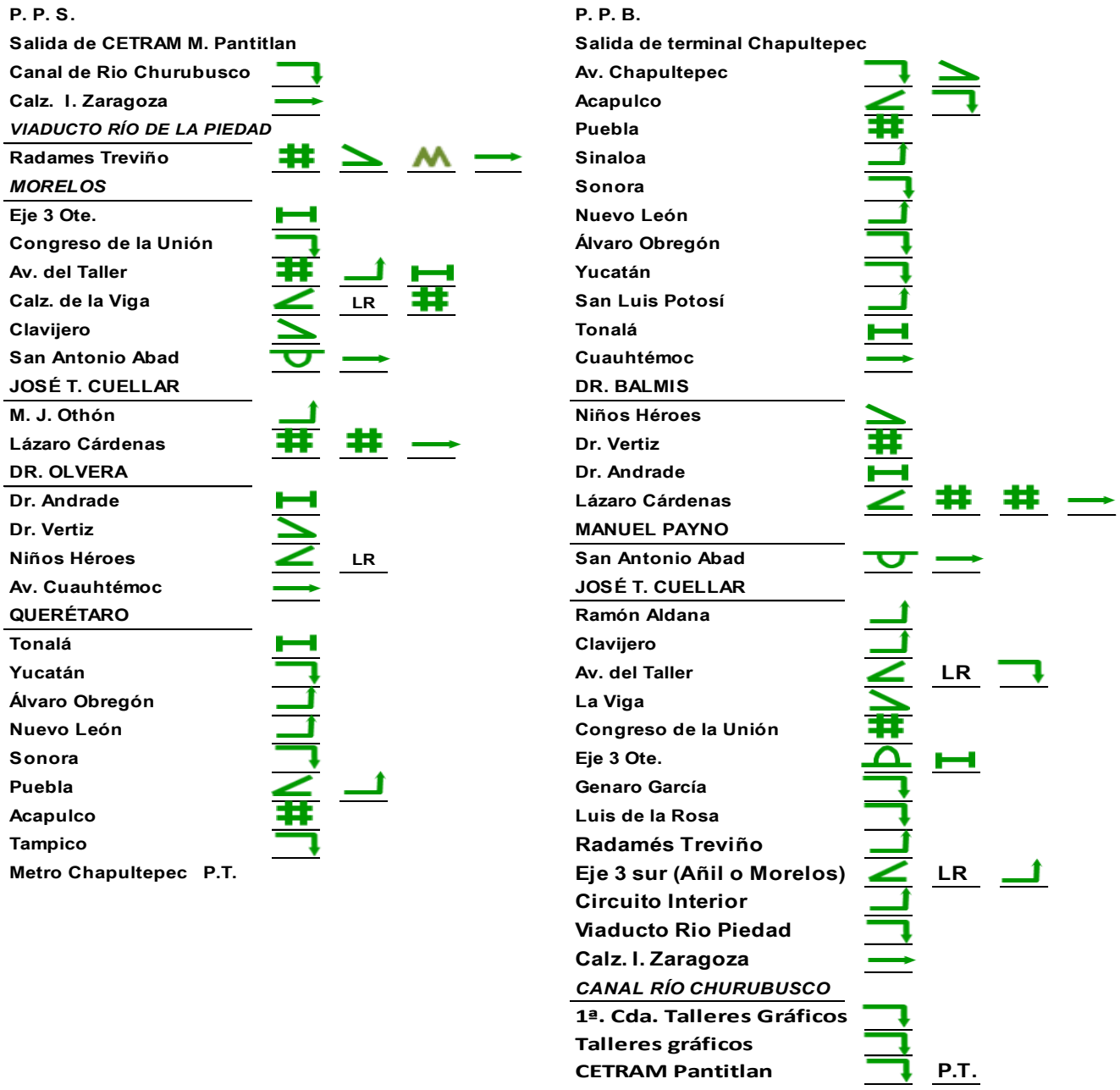


Tabla 21 Simbología L2

21.3. Simbología Línea 3 Corredor Cero Emisiones Bus-Bici "Eje 7–7A Sur"

LÍNEA "3"
EJE 7-7A SUR
MUSEO DE STE – M. MIXCOAC

Longitud de línea 12.30 Km.

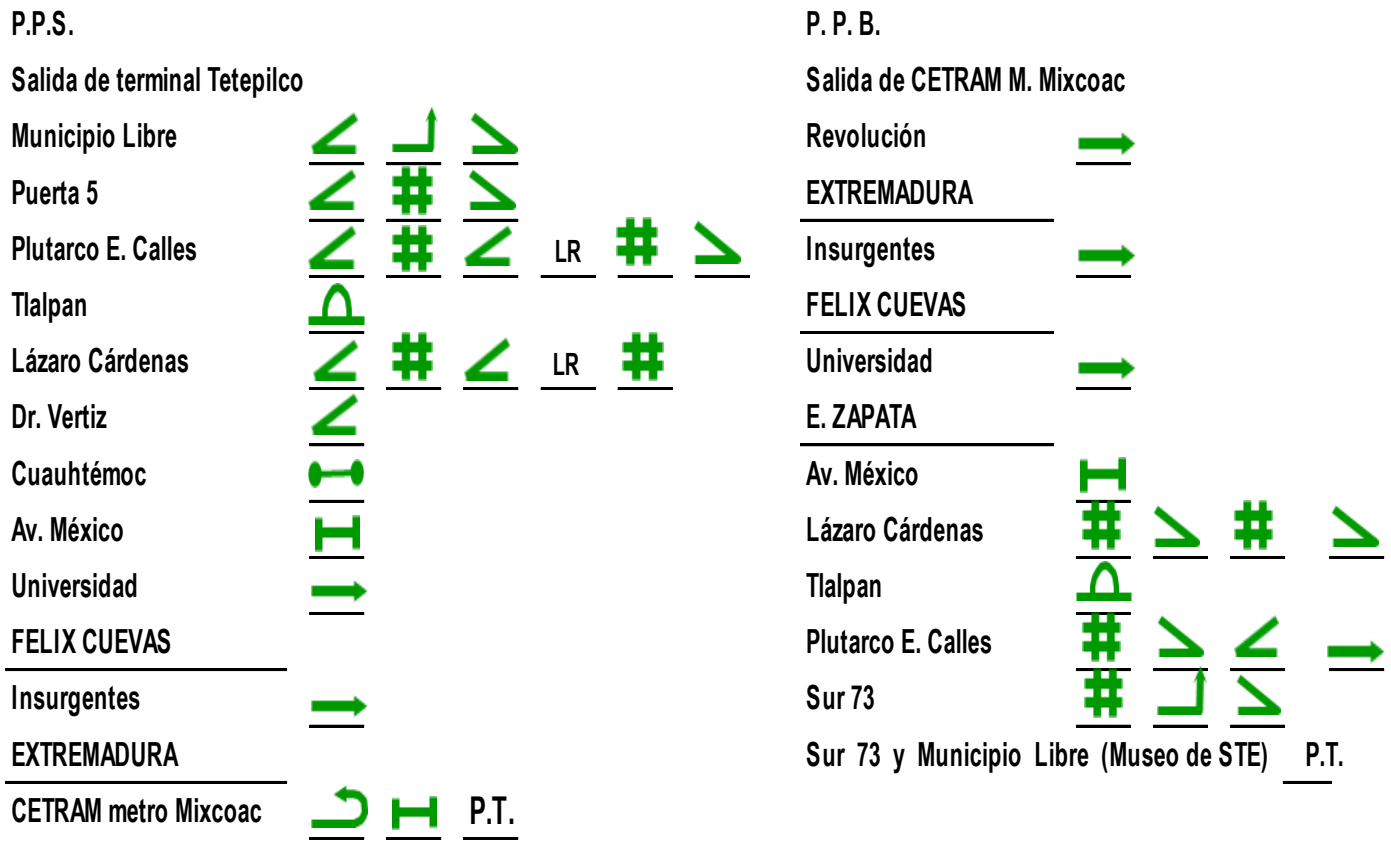


Tabla 22 Simbología L3

21.4. Simbología Línea 4 "Metro Boulevard Puerto Aéreo – Metro Rosario"

M. PUERTO AÉREO – M. ROSARIO

Longitud de línea 44.90 Km.

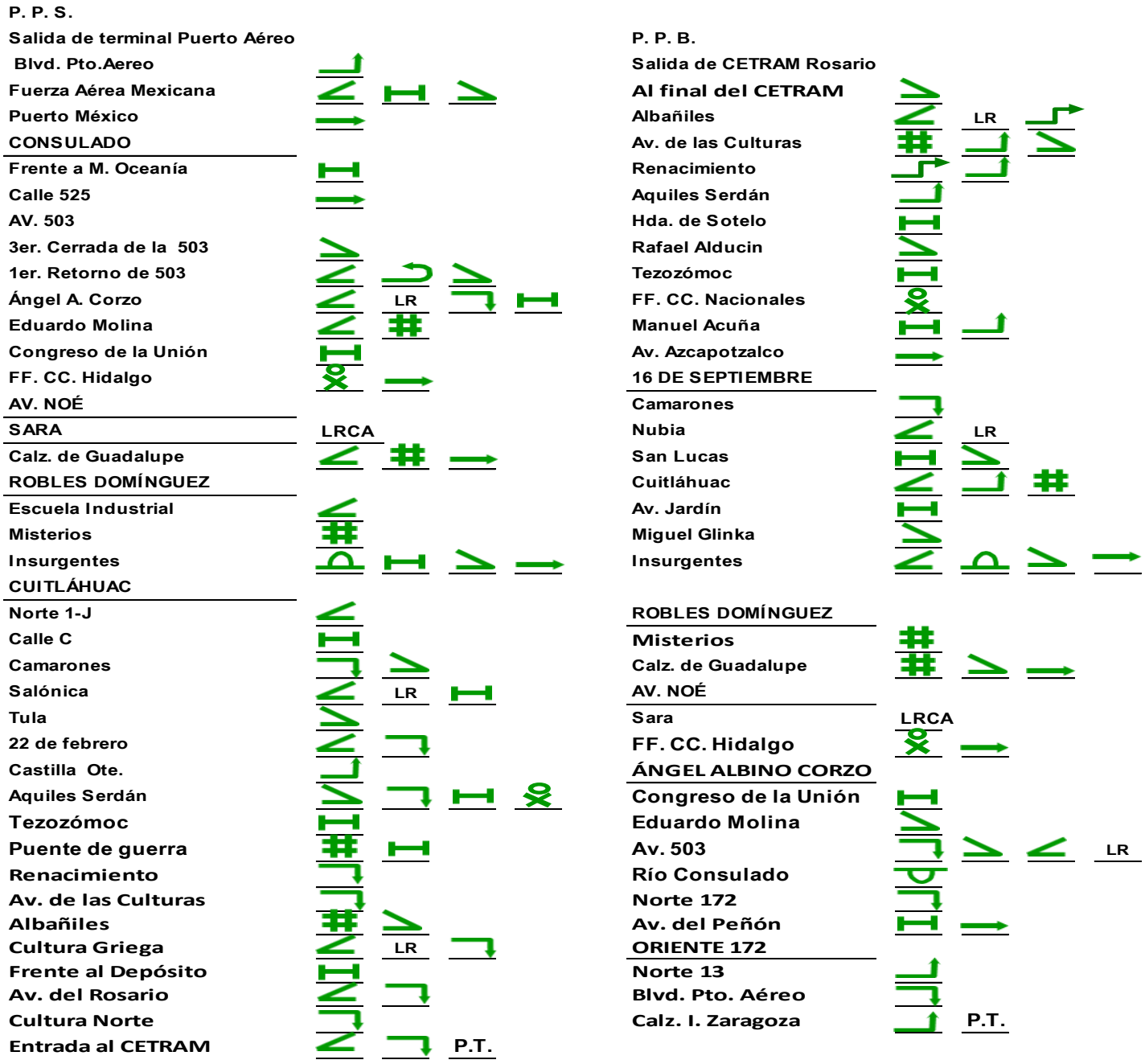


Tabla 23 Simbología L4

21.5. Simbología Línea 5 "San Felipe de Jesús – Metro Hidalgo"

21.5.1. "San Felipe de Jesús – Metro Hidalgo"

LÍNEA "5"
SAN FELIPE DE JESÚS – M. HIDALGO
.ongitud de línea 26.14 Km

P. P. S.

Salida de terminal San Felipe
Teoloyucan
VALLE ALTO
Veracruz
Zacatecas
Const. de la República
Camino de la Unión
Fco. Morazán
LORETOFABELA
Puerto Tampico
Camino San J. de Aragón
Calz. San Juan de A.
Eduardo Molina
Ferrocarril Hidalgo
5 de febrero
Cantera
Allende
Misterios
Euzkaro
Robles Domínguez
Clave
Beethoven
Manuel González
REFORMA
Glez. Bocanegra
En Gta. Simón Bolívar
Valerio Trujano
Valerio Trujano y Av. Hidalgo P.T.

Salida de T. Valerio Trujano y Av. Hidalgo
Av. Hidalgo
Reforma
Valerio trujano
Glez. Bocanegra
Manuel González
CALZADA DE GUADALUPE
Aurora
Beethoven
FF. CC. Industrial
Av. Noé
Talismán
Moctezuma
5 de febrero
Frente a casa del Peregrino
Calz. de San Juan de Aragón
FF. CC. Hidalgo
Eduardo Molina
Camino Sn. J. de Aragón
Loreto Fabela
Puerto Tampico
Fco. Morazán
B. California Sur
Const. de la República
Zacatecas
Veracruz
Valle Alto
Teoloyucan
Hualahuises
Acámbaro
Valle Alto

LR
LR
P.T.

Tabla 24 Simbología L5

21.5.2. "San Felipe de Jesús – Glorieta La Diana"

LÍNEA "5"
SAN FELIPE DE JESÚS – GLORIETA LA DIANA
Servicio Ampliado
(06:00 a 10:00 y de 18:00 a 22:00)



Tabla 25 Simbología L5 Ampliado.

21.6. Simbología Línea 6 "Metro Rosario – Metro Chapultepec"

LÍNEA "6"

M. ROSARIO – M. CHAPULTEPEC

Longitud de línea 30.20 Km

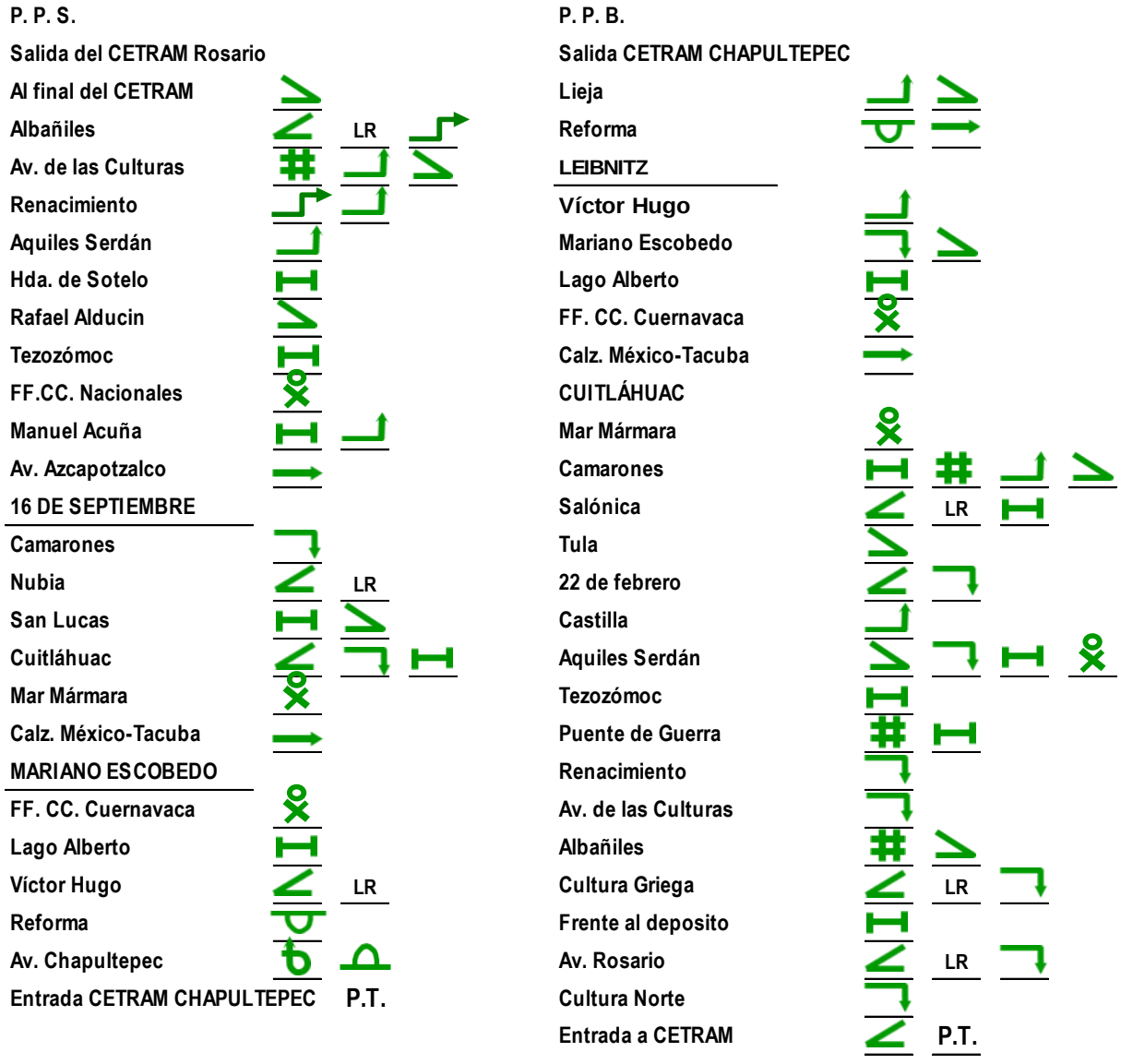


Tabla 26 Simbología L6

21.7. Simbología Línea 7 "CETRAM Periférico Ote. – Ciudad Universitaria"

LÍNEA "7"

CETRAM PERIFÉRICO OTE.– CIUDAD UNIVERSITARIA

Longitud de línea 24.50 Km.

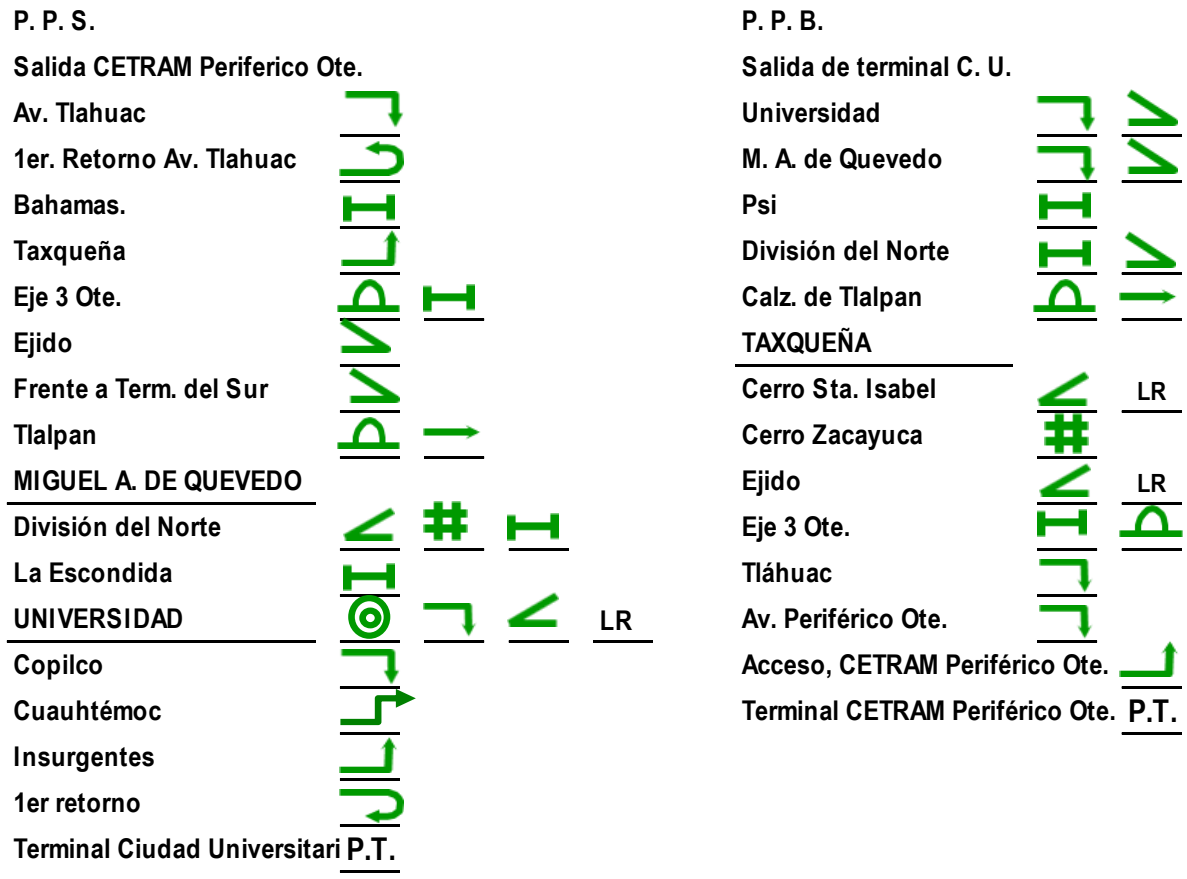


Tabla 27 Simbología L7

21.8. Simbología Línea 8 “Circuito Politécnico”

LÍNEA “8”
CIRCUITO POLITÉCNICO
Longitud de línea 11 km

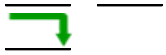
P. P.	
Salida de terminal Politécnico	
Manuel de A. y Barredo	
Juan de Dios Batíz	
Othón de Mendizábal	
Lázaro Cárdenas	
Montevideo	
LÁZARO CÁRDENAS	
Wilfrido Massieu	
Othón de Mendizábal	
Juan de Dios Batís	
Manuel de A. y Barredo	
Wilfrido Massieu	
Manuel Stampa	
Piura	
Acceso al Centro Cultural	 **P.T.**

Tabla 28 Simbología L8

21.9. Simbología Línea 9 “Circuito Villa de Cortés”

21.9.1. “Circuito Villa de Cortes”

“LÍNEA 9”
CIRCUITO VILLA DE CORTES
Longitud de línea 10.10 Km

P. P.	
Salida de terminal M. V. de Cortes	
Miguel N. Lira	→
RUBÉN M. CAMPOS	
Plutarco Elías Calles	↰ ↱
Laura	↰ ↱ # # > →
PLAYA ROQUETA	
La Viga	↰ →
APATLACO	
Melchor Ocampo	↰ #
Juan Álvarez	→
ESTUDIOS CHURUBUSCO	
Tezontle	↱
Troncoso	↱ ↰
Rio Churubusco	↱
Av. Girasol	↱
Frente a Subestación	↰
Apatlaco	↱
Troncoso	↱ ↰
Melchor Ocampo	#
Calz. la Viga	↰ →
PLAYA ROQUETA	
Plutarco Elías Calles	# # # →
LAURA	
Refugio	↱
Calz. de Tlalpan	↱
Plaza Victoria	↱ P.T.

Tabla 29 Simbología L9

21.9.2. Línea 9 "Villa de Cortes – Apatlaco – Tepalcates" (Apoyo)

"LÍNEA 9"
VILLA DE CORTES-APATLACO-TEPALCATES
Longitud de línea 25 Km

P.P.B.	
Salida de terminal M. V. de Cortes	
Miguel N. Lira	
RUBÉN M. CAMPOS	
Plutarco Elías Calles	
Laura	
PLAYA ROQUETA	
La Viga	
APATLACO	
Melchor Ocampo	
Juan Álvarez	
ESTUDIOS CHURUBUSCO	
Tezontle	
Troncoso	
Rio Churubusco	Desconexión
CANAL DE TEZONTLE	
Rojo Gomez	Incorporación a carril MB L-2
Periferico Ote.	
Canal de San Juan	
Calz. Ignacio Zaragoza	
Acceso CETRAM Tepalcates	
CETRAM tepalcates	P.T.

P.P.S.		
Salida de terminal CETRAM Tepalcates		
Salida de terminal Tepalcates		
Gral. A. León Loyola		
Const. deApatzingan		
Periferico Ote.		
Canal de Tezontle		
Oriente 225		
F.F.C.C. RIO FRIO		
Rojo Gomez		
Canal de Tezontle		
Rio Churubusco		
Av Girasol	M	Conexión
Frente a subestación		
Apatlaco		
Troncoso		
Melchor Ocampo		
La Viga		
PLAYA ROQUETA		
Plutarco Elías Calles		
LAURA		
Refugio		
Calz. de Tlalpan		
Plaza Victoria		P.T.

Tabla 30 Simbología L9 Apoyo.

21.10. Línea 10 “Metro Constitución- Acahualtepec”

"LÍNEA 10"

CONSTITUCIÓN - ACAHUALTEPEC

Longitud de línea 8 Km

P. P. S.		P.P.B.	
T. Acahualtepec		T. Constitución	
Viaducto elevado		Salida T. Constitución	
(T. casa Libertad)		Periferico	
Int. Estación		Tulipán	
Acatitlan-Tecoloxtitlan		Meyehualco	
Aztahuacan		Aztahuacan	
Meyehualco		Int. Estación	
Tulipán		Tecoloxtitlan - Acatitlán	
Periferico		Viaducto elevado	
T. Constitución	P.T.	(T. casa Libertad)	
		T. Acahualtepec	P.T.

Tabla 31 Simbología L10

22. Red de trolebuses

La red de trolebuses de la Ciudad de México es operada exclusivamente por el Servicio de Transportes Eléctricos, y constituye la red más amplia de México de este modo de transporte.

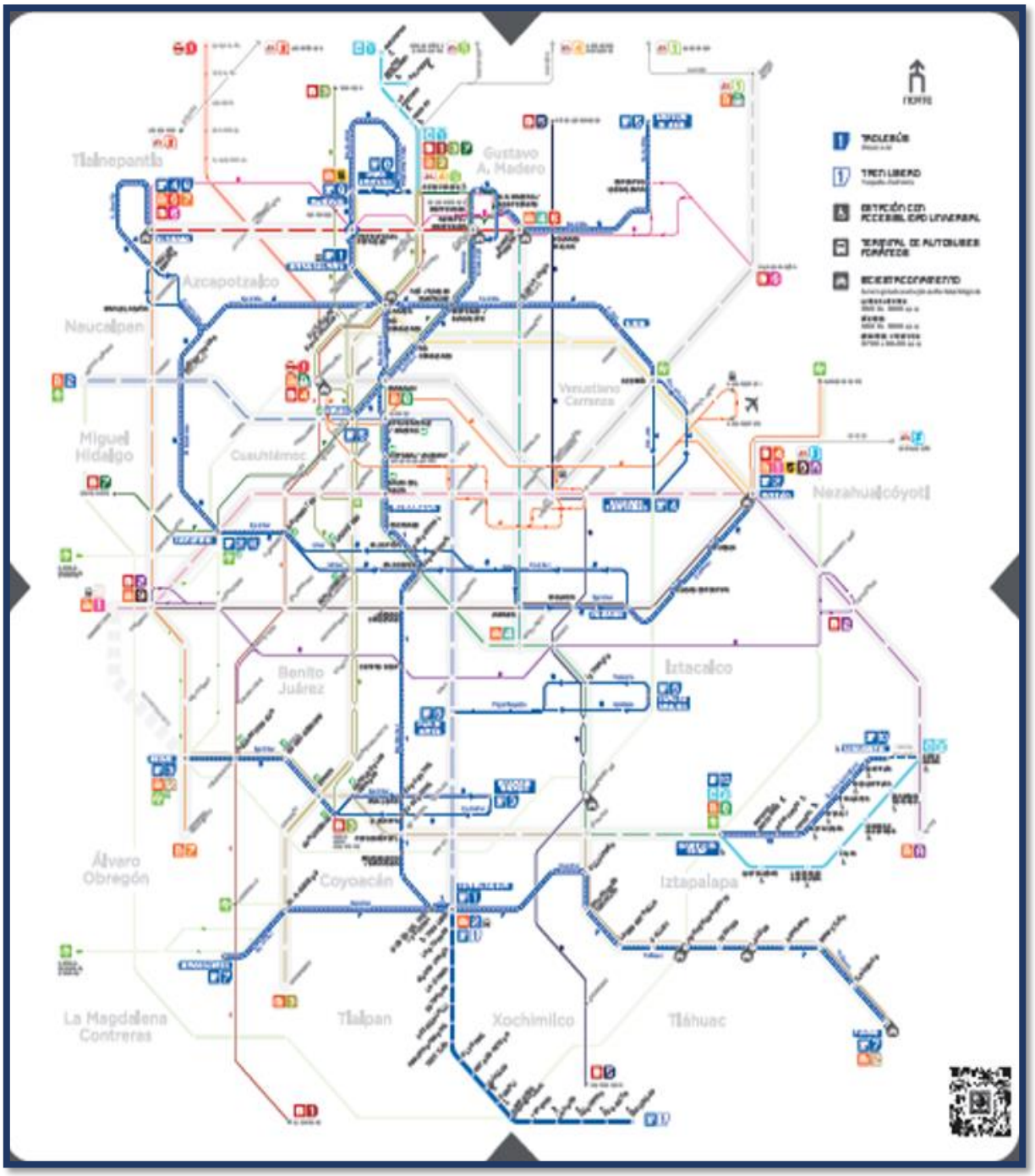


Ilustración 155 Mapa general red de trolebuses.

Características operacionales

Concepto	Características
Número de líneas	10 líneas de trolebús
Número de trolebuses	445 trolebuses
Longitud	269.88 km
Corridas programadas	294 corridas
Velocidad máxima	50 km/h
Horario	05:00 h. – 00:00 h; Eje Central 24 h.

Tabla 32 Características generales red de trolebuses

Expedición de trolebuses

Los trolebuses se expiden de los depósitos de Tetepilco Aragón y Santa Martha de la siguiente manera para satisfacer las necesidades del servicio según el programa de transportación:

Programa de Transportación 2022

Depósito	División	Línea
Tetepilco	**Primera**	L1 C. A. Norte – C. A. Sur
		L2 Metro Pantitlán – Metro Chapultepec
		L3 Museo STE – Metro Mixcoac
	Segunda	L1 C2 C. A. Norte – Dr. Pascua
		L7 Metro Periférico Ote. – Ciudad Universitaria
		L9 Circuito Villa de Cortés (v. de Cortes- Tepalcates)
Aragón	**Tercera**	L1 C2 C. A. Norte – Dr. Pascua
		L2 Metro Pantitlán – Metro Chapultepec
		L4 Metro B. P. Aéreo – Metro Rosario
		L5 San Felipe de Jesús – Metro Hidalgo (La Diana)
		L6 Metro Rosario – Metro Chapultepec
		L8 Circuito Politécnico
Santa Martha	**Segunda**	L10 Acahualtepec- Metro Constitución de 1917

Tabla 33 Expedición del servicio por depósito y división PT 2024.

22.1. Línea 1 Corredor Cero Emisiones "Eje Central" – Trole-Bici

Características operacionales:

Concepto	Característica
Origen	Central de Autobuses del Norte
Destino	Central de Autobuses del Sur
Longitud	36.6 km
Corridas programadas	70 corridas
Tiempo de ciclo	160 minutos
Intervalo	3 minutos
Frecuencia	20 trolebuses/hora
Velocidad máxima	50 km/h
Velocidad comercial	13.7 km/h
Número de paradas	52 subida + 43 bajada = 95 paradas
Horario	05:00 – 00:00
Costo	$4.00
Horario Nochebus	00:00 – 05:00
Costo Nochebus	$7.00

Tabla 34 Características operacionales L1

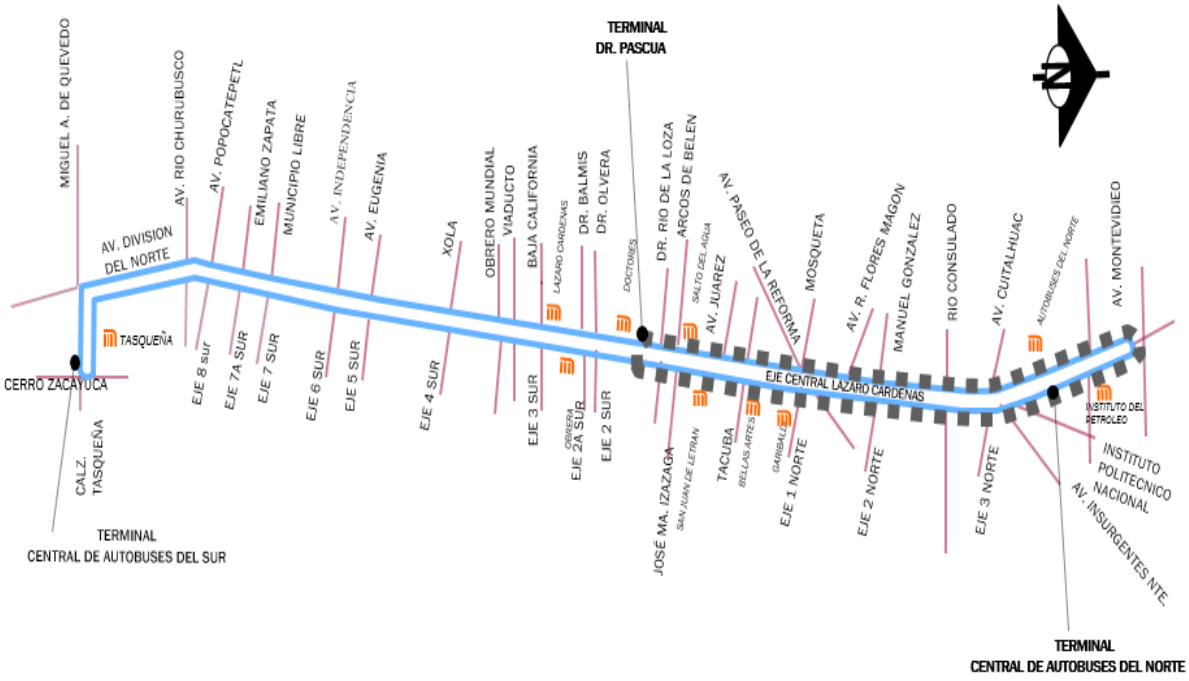


Ilustración 156 Plano L1

Vía alterna línea 1

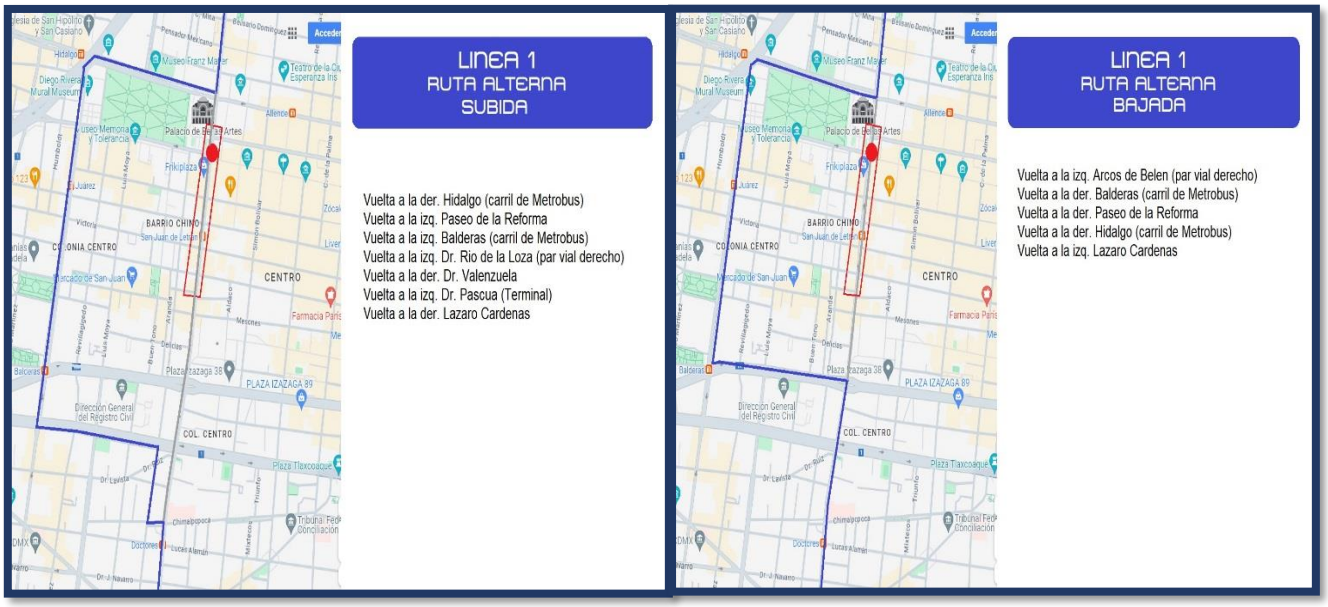


Ilustración 157 Vía alterna L1 subida y bajada.

Movimientos direccionales

Sentido	Movimiento	Calle
Subida	Inicia	Terminal Central de Autobuses del Norte
	Continúa	Eje Central Lázaro Cárdenas
	Retorno	Av. Montevideo
	Continúa	Eje Central Lázaro Cárdenas
	Derecha	Vista Hermosa
	Izquierda	Av. División del Norte
	Izquierda	Av. Miguel Ángel de Quevedo
	Continúa	Calzada Taxqueña
	Termina	Calzada Taxqueña y Cerro Zacayuca
Bajada	Inicia	Calzada Taxqueña y Cerro Zacayuca
	Retorno	Cerro Zacayuca
	Continúa	Calzada Taxqueña
	Continúa	Av. Miguel Ángel de Quevedo
	Derecha	Av. División del Norte
	Derecha	Ajusco
	Izquierda	Eje Central Lázaro Cárdenas
	Continúa	Eje Central Lázaro Cárdenas
	Termina	Terminal Central de Autobuses del Norte

Tabla 35 Movimientos direccionales L1

Conexión con otros modos de transporte

Empresa	Línea	Estaciones/Paradas
STE	2	Manuel José Othón
		Dr. Aceves
	3	Municipio Libre
		Emiliano Zapata
	7	Central
		Cerro Huitzilac
		Terminal Central de Autobuses el Sur
		Tasqueña
		División del Norte
	8	U. H. Lindavista Vallejo
	TL	Tasqueña
STC – Metro	1	Salto del Agua
	2	Bellas Artes
		Tasqueña
	3	La Raza
	5	Autobuses del Norte
		Instituto del Petróleo
		La Raza
	6	Instituto del Petróleo
	8	Bellas Artes
		San Juan de Letrán
		Salto del Agua
		Doctores
		Obrera
	9	Lázaro Cárdenas
	12	Eje Central
Metrobús	2	Centro SCOP
	4 Norte	República de Perú
		Violeta
	4 Sur	Victoria
		República de Uruguay
	6	U. H. Lindavista Vallejo
RTP	1 – D	Santa Marta – Mixcoac
	23	La Raza
	27 – A	Eje Central
	52 – C	Santa Marta – Zapata
	200	Consulado
		Río Churubusco

Tabla 36 Conexión intermodal L1

22.2.Línea 2 Corredor Cero Emisiones "Eje 2–2A Sur"

Características operacionales:

Concepto	Característica
Origen	Metro Pantitlán
Destino	Metro Chapultepec
Longitud	27.5 km
Corridas programadas	40 corridas
Tiempo de ciclo	120 minutos
Intervalo	5 minutos
Frecuencia	12 trolebuses/hora
Velocidad máxima	50 km/h
Velocidad comercial	13.75 km/h
Número de paradas	34 subida + 41 bajada = 75 paradas
Horario	05:00 – 00:00
Costo	$4.00

Tabla 37 Características operacionales L2



Ilustración 158 Plano L2

Movimientos direccionales

Sentido	Movimiento	Calle
Subida	Inicia	CETRAM Pantitlán Andén H
	Derecha	Eje 4 Oriente “Av. Canal Río Churubusco”
	Continúa	Viaducto Río de la Piedad
	Continúa	Eje 3 Sur “Av. Morelos”
	Derecha	Eje 2 Oriente “Congreso de la Unión”
	Izquierda	Eje 2 Sur “Av. Del Taller”
	Continúa	Eje 2 Sur “Av. Del Taller”
	Continúa	José Tomas Cuellar
	Izquierda	Manuel José Othón
	Continúa	Dr. Olvera
	Continúa	Querétaro
	Continúa	Av. Yucatán
	Izquierda	Av. Álvaro Obregón
	Izquierda	Oaxaca
	Derecha	Av. Sonora
	Izquierda	Puebla
	Derecha	Tampico
	Termina	Tampico, Av. Chapultepec
	Inicia	Tampico Av. Chapultepec
	Derecha	Av. Chapultepec
	Derecha	Acapulco
	Izquierda	Av. Sinaloa
	Derecha	Av. Sonora
	Izquierda	Av. Oaxaca
	Derecha	Av. Álvaro Obregón
	Derecha	Av. Yucatán
	Izquierda	San Luis Potosí
	Continúa	Dr. Balmis
	Continúa	Manuel Payno
	Derecha	José Tomas Cuellar
	Continúa	Ramón Aldama
	Izquierda	José Sotero Castañeda
	Derecha	Av. Del Taller
	Continúa	Av. Del Taller
	Derecha	Genaro García
	Derecha	Luis de la Rosa
	Izquierda	Redames Treviño
	Izquierda	Eje 3 Sur “Añil”
	Izquierda	Circuito Interior “Río Churubusco”
	Derecha	Viaducto Río de la Piedad
	Continúa	Eje 4 Oriente “Av. Canal Río Churubusco”
	Derecha	1° Cerrada Talleres Gráficos
	Derecha	Eje 1 Norte “Talleres Gráficos”
	Derecha	CETRAM Pantitlán Andén H

Tabla 38 Movimientos direccionales L2

Conexión con otros modos de transporte

Empresa	Línea	Estaciones/Paradas
STE	1	Eje Central
	6	Terminal Metro Chapultepec
STC – Metro	1	Pantitlán Chapultepec
	2	San Antonio Abad
	3	Niños Héroes
		Hospital General
	4	Jamaica
	5	Pantitlán
	8	Obrera
	9	Puebla
		Ciudad Deportiva
		Velódromo
		Jamaica
	A	Pantitlán
Metrobús	1	Álvaro Obregón
	3	Cuauhtémoc
	4	Pantitlán
	5	Mixihuca

Tabla 39 Conexión intermodal L2

22.3. Línea 3 Corredor Cero Emisiones "Eje 7–7A Sur"

Características operacionales:

Concepto	Característica
Origen	Tetepilco
Destino	Metro Mixcoac
Longitud	12.3 km
Corridas programadas	16 corridas
Tiempo de ciclo	60 minutos
Intervalo	4 minutos
Frecuencia	15 trolebuses/hora
Velocidad máxima	50 km/h
Velocidad comercial	12.3 km/h
Número de paradas	24 subida + 27 bajada = 51 paradas
Horario	05:00 – 00:00
Costo	$4.00

Tabla 40 Características operacionales L3

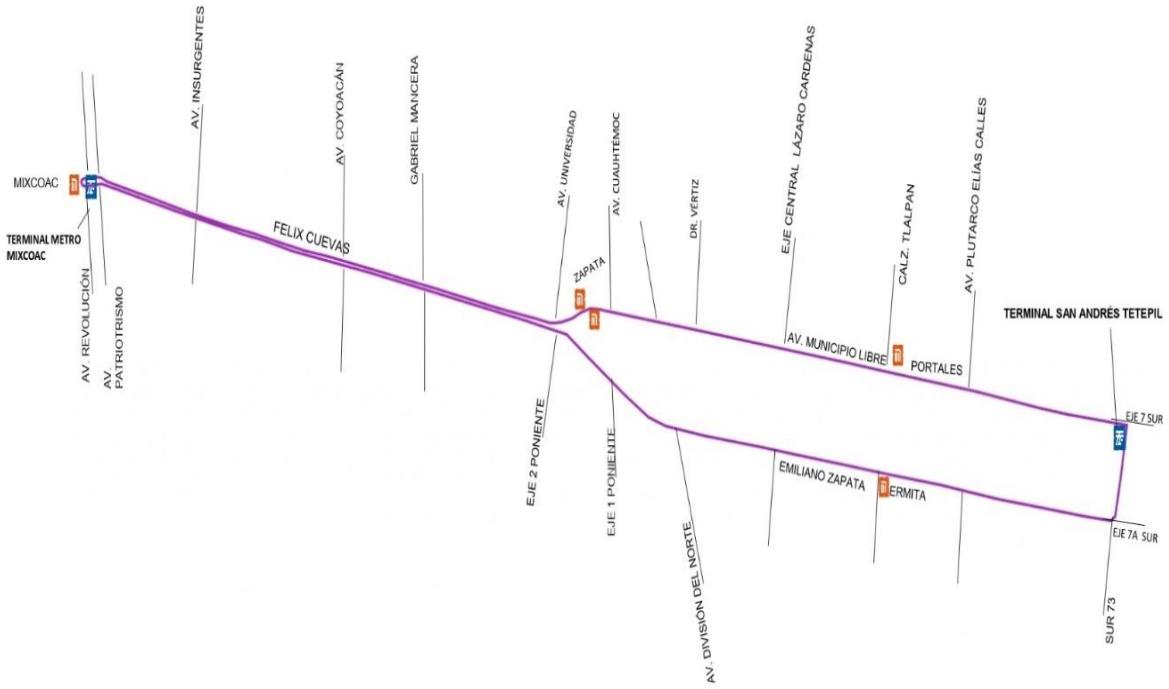


Ilustración 159 Plano L3

Movimientos direccionales

Sentido	Movimiento	Calle
Subida	Inicia	Sur 73 y Av. Municipio Libre
	Izquierda	Av. Municipio Libre
	Continúa	Av. Félix Cuevas
	Continúa	Av. Extremadura
	Retorno	Benvenuto Cellini
	Termina	Metro Mixcoac
Bajada	Inicia	Metro Mixcoac
	Continúa	Av. Extremadura
	Continúa	Av. Félix Cuevas
	Continúa	Av. Emiliano Zapata
	Izquierda	Sur 73
	Termina	Sur 73 y Av. Municipio Libre

Tabla 41 Movimientos direccionales L3

Conexión con otros modos de transporte

Empresa	Línea	Estaciones/Paradas
STE	**1**	Eje Central
STC – Metro	2	Portales
	3	Zapata
	7	Mixcoac
	12	Parque de los venados
		Zapata
		Hospital 20 de noviembre
		Insurgentes Sur
		Mixcoac
Metrobús	1	Félix Cuevas
	3	Pueblo Santa Cruz Atoyac

Tabla 42 Conexión intermodal L3

22.4. Línea 4 “Metro Boulevard Puerto Aéreo – Metro Rosario”

Características operacionales:

Concepto	Característica
Origen	Metro Boulevard Puerto Aéreo
Destino	Metro Rosario
Longitud	44.9 km
Corridas programadas	36 corridas
Tiempo de ciclo	240 minutos
Intervalo	6 minutos
Frecuencia	10 trolebuses/hora
Velocidad máxima	50 km/h
Velocidad comercial	11.2 km/h
Número de paradas	72 subida + 66 bajada = 138 paradas
Horario	05:00 – 00:00
Costo	$4.00

Tabla 43 Características operacionales L4



Ilustración 160 Plano L4

Movimientos direccionales

Sentido	Movimiento	Calle
Subida	Inicia	Blvd. Puerto Aéreo y Calzada Ignacio Zaragoza
	Derecha	Blvd. Puerto Aéreo
	Continua	Blvd. Puerto Aéreo
	Continúa	Av. Río Consulado
	Continúa	Av. 503
	Derecha	Calle 503
	Retorno	Tercera cerrada Av. 503
	Derecha	Av. Ángel Albino Corzo
	Continúa	Av. Alfredo Robles Domínguez
	Continúa	Ac. Cuitláhuac
	Derecha	Calz. Camarones
	Derecha	Av. 22 de febrero
	Izquierda	Cartilla
	Derecha	Aquiles Serdán
	Derecha	Renacimiento
	Derecha	Av. De las Culturas
	Derecha	Av. Cultura Norte
	Continúa	Campo Bello
	Continúa	Av. El Rosario
	Derecha	Acceso al CETRAM
	Termina	CETRAM El Rosario
Bajada	Inicia	CETRAM El Rosario
	Izquierda	Av. De las Culturas
	Izquierda	Renacimiento
	Izquierda	Aquiles Serdán
	Continúa	Aquiles Serdán
	Izquierda	Manuel Acuña
	Derecha	Calzada de Camarones
	Izquierda	Av. Cuitláhuac
	Continúa	Av. Alfredo Robles Domínguez
	Continúa	Ángel Albino Corzo
	Derecho	Av. 503
	Continúa	Av. 503
	Continúa	Av. Río Consulado
	Derecha	Norte 172
	Continúa	Oriente 172
	Izquierda	Norte 13
	Derecha	Blvd. Puerto Aéreo
	Termina	Blvd. Puerto Aéreo y Calzada Ignacio Zaragoza

Tabla 44 Movimientos direccionales L4

Conexión con otros modos de transporte

Empresa	Línea	Estaciones/Paradas
STE	5	Calzada Guadalupe
		Calzada Misterios
	6	Glorieta Camarones – Metro Rosario
STC – Metro	1	Boulevard Puerto Aéreo
	4	Bondojito
	5	Terminal Aérea
		Oceanía
	6	Rosario
	7	Camarones
		Aquiles Serdán
		Rosario
	B	Oceanía
Metrobús	3	Vallejo
	5	Eduardo Molina
	6	Rosario
	7	Calzada Misterios

Tabla 45 Conexión intermodal L4

22.5. Línea 5 “San Felipe de Jesús – Metro Hidalgo”(ampliación La Diana)

Características operacionales:

Concepto	Característica
Origen	San Felipe de Jesús
Destino	Metro Hidalgo (ampliación La diana)
Longitud	26.14 km
Corridas programadas	35 corridas
Tiempo de ciclo	180 minutos
Intervalo	8 minutos
Frecuencia	7 trolebuses/hora
Velocidad máxima	50 km/h
Velocidad comercial	8.7 km/h
Número de paradas	56 subida + 54 bajada = 110 paradas
Horario	05:00 – 00:00 (La diana 06:00-10:00 y 18.00-22:00)
Costo	$4.00

Tabla 46 Características operacionales L5

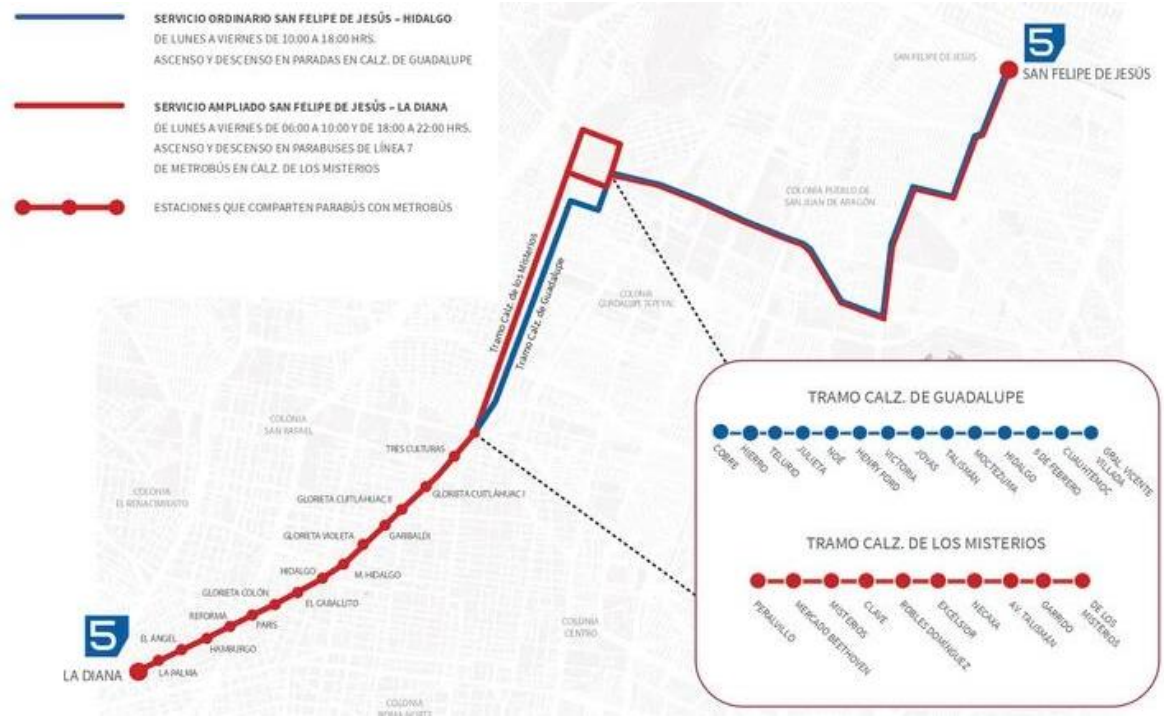


Ilustración 161 Plano L5 (ampliación La diana)

Movimientos direccionales

Sentido	Movimiento	Calle
Subida	Inicia	Av. Valle Alto esquina Teoloyucan
	Continúa	Av. Valle Alto
	Derecha	Av. Villa de Ayala
	Izquierda	Estado de Zacatecas
	Derecha	Constitución de la República
	Izquierda	Camino de la Unión
	Continúa	José Loreto Fabela
	Derecha	Camino San Juan de Aragón
	Derecha	Calzada San Juan de Aragón
	Derecha	Calle 5 de febrero
	Izquierda	Av. Cantera
	Izquierda	Calzada de los Misterios
	Continúa	Calzada de los Misterios
	Continúa	Av. Paseo de la Reforma
	Derecha	Glorieta Simón Bolívar
	Derecha	Valerio Trujano
	Termina	Valerio Trujano, Av. Hidalgo
Bajada	Inicia	Valerio Trujano, Av. Hidalgo
	Derecha	Av. Hidalgo
	Derecha	Av. Paseo de la Reforma
	Continua	Av. Paseo de la Reforma
	Continúa	Calzada de Guadalupe
	Derecha	Calle Moctezuma
	Izquierda	Calle 5 de febrero
	Derecha	Calzada San Juan de Aragón
	Izquierda	Camino San Juan de Aragón
	Izquierda	José Loreto Fabela
	Derecha	Francisco Morazán
	Izquierda	Baja California Sur
	Derecha	Constitución de la República
	Izquierda	Estado de Zacatecas
	Derecha	Av. Villa de Ayala
	Izquierda	Av. Valle Alto
	Izquierda	Teoloyucan
	Derecha	Hualahuises
	Derecha	Acámbaro
	Derecha	Valle Alto
	Termina	Valle Alto esquina Teoloyucan

Tabla 47 Movimientos direccionales L5

Conexión con otros modos de transporte

Empresa	Línea	Estaciones/Paradas
STE	4	Robles Domínguez
STC – Metro	2	Hidalgo
	3	Hidalgo
	4	Martín Carrera
	6	Martín Carrera
		La Villa Basílica
	8	Garibaldi/Lagunilla
	B	Garibaldi/Lagunilla
Metrobús	3	Hidalgo
	4	Hidalgo
	5	San Juan de Aragón
	6	Deportivo los Galeana
		Poniente 416
		Casas Alemán
		Gran Canal
		San Juan de Aragón
		Hospital General La Villa
		Martín Carrera
		Delegación Gustavo A. Madero
		Hospital Infantil La Villa
		De Los Misterios
		La Villa
	7	Delegación Gustavo A. Madero
		Hospital Infantil La Villa
		De Los Misterios
		Garrido
		Av. Talismán
		Necaxa
		Excélsior
		Robles Domínguez
		Clave
		Misterios
		Mercado Beethoven
		Peralvillo
		Tres Culturas
		Glorieta Cuitláhuac
		Garibaldi
		Glorieta Violeta
		Hidalgo

Tabla 48 Conexión intermodal L5

22.6. Línea 6 “Metro Rosario – Metro Chapultepec”

Características operacionales:

Concepto	Característica
Origen	Metro Rosario
Destino	Metro Chapultepec
Longitud	30.2 km
Corridas programadas	20 corridas
Tiempo de ciclo	180 minutos
Intervalo	12 minutos
Frecuencia	5 trolebuses/hora
Velocidad máxima	50 km/h
Velocidad comercial	10 km/h
Número de paradas	56 subida + 43 bajada = 99 paradas
Horario	05:00 – 00:00
Costo	$4.00

Tabla 49 Características operacionales L6

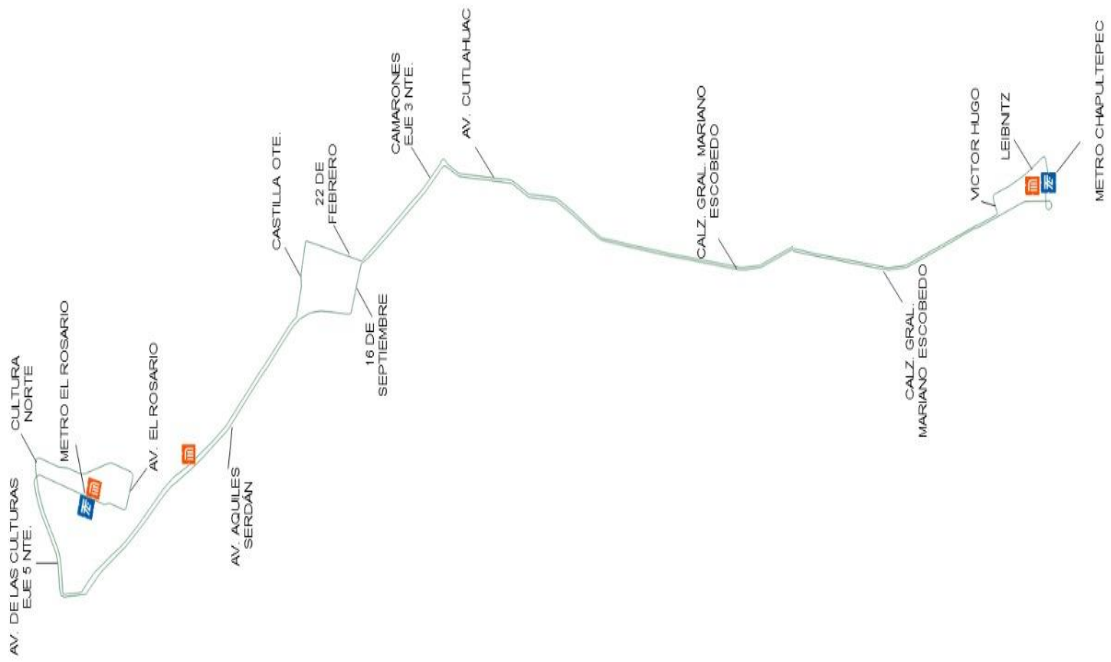


Ilustración 162 Plano L6

Movimientos direccionales

Sentido	Movimiento	Calle
Subida	Inicia	CETRAM El Rosario
	Izquierda	Av. De las Culturas
	Izquierda	Renacimiento
	Izquierda	Aquiles Serdán
	Continúa	Aquiles Serdán
	Izquierda	Manuel Acuña
	Derecha	Calzada Camarones
	Derecha	Av. Cuitláhuac
	Continúa	Calzada Mariano Escobedo
	Continúa	Calzada Melchor Ocampo
	Gaza	Calzada Melchor Ocampo
	Termina	CETRAM Estación Chapultepec
Bajada	Inicia	CETRAM Estación Chapultepec
	Izquierda	Lieja
	Continúa	Leibnitz
	Izquierda	Víctor Hugo
	Derecha	Calzada Mariano Escobedo
	Continúa	Calzada Mariano Escobedo
	Continúa	Av. Cuitláhuac
	Izquierda	Calzada Camarones
	Derecha	Av. 22 de febrero
	Izquierda	Castilla
	Derecha	Aquiles Serdán
	Derecha	Renacimiento
	Derecha	Av. De las Culturas
	Derecha	Av. Cultura Norte
	Continúa	Campo Bello
	Continúa	Tierra Nueva
	Derecha	Av. El Rosario
	Continua	Acceso al CETRAM
	Termina	CETRAM El Rosario

Tabla 50 Movimientos direccionales L6

Conexión con otros modos de transporte

Empresa	Línea	Estaciones/Paradas
STE	2	Metro Chapultepec
	4	Glorieta Camarones – Metro Rosario
STC – Metro	1	Chapultepec
	2	Cuitláhuac
	6	Rosario
	7	Camarones
		Aquiles Serdán
		Rosario
	6	Rosario

Tabla 51 Conexión intermodal L6

22.7. Línea 7 "CETRAM periférico Ote. – Ciudad Universitaria"

Características operacionales:

Concepto	Característica
Origen	CETRAM periférico Oriente.
Destino	Ciudad Universitaria
Longitud	24.50 km
Corridas programadas	25 corridas
Tiempo de ciclo	130 minutos
Intervalo	8 minutos
Frecuencia	8 trolebuses/hora
Velocidad máxima	50 km/h
Velocidad comercial	12 km/h
Número de paradas	42 subida + 45 bajada = 87 paradas
Horario	05:00 – 00:00
Costo	$4.00

Tabla 52 Características operacionales L7



Ilustración 163 Plano L7

Movimientos direccionales

Sentido	Movimiento	Calle
Subida	Inicia	CETRAM periférico Ote.
	Derecha	Av. Tláhuac
	Retorno	Av. Tláhuac
	Continua	Av. Tláhuac
	Izquierda	Calzada Taxqueña
	Continúa	Calzada Taxqueña
	Continúa	Av. Miguel Ángel de Quevedo
	Izquierda	Av. Universidad
	Derecha	Av. Copilo
	Izquierda	Av. Insurgentes Sur
	Retorno	Copilco
	Termina	Estadio Olímpico México 86
Bajada	Inicia	Estadio Olímpico México 86
	Gaza	Eje 10 Sur
	Continúa	Av. Universidad
	Derecha	Av. Miguel Ángel de Quevedo
	Continúa	Calzada Taxqueña
	Derecha	Av. Tláhuac
	Continua	Av. Tláhuac
	Derecha	Av. Periférico Ote.
	Izquierda	Acceso CETRAM Periférico Ote.
	Termina	CETRAM periférico Ote.

Tabla 53 Movimientos direccionales L7

Conexión con otros modos de transporte

Empresa	Línea	Estaciones/Paradas
STE	1	Central
		Cerro Huitzilac
		Terminal Central de Autobuses el Sur
		Tasqueña
		División del Norte
	TL	Estación Tasqueña
STC – Metro	2	Tasqueña
	3	Miguel Ángel de Quevedo
	12	Culhuacán
		San Andrés Tomatlán
		Lomas Estrella
		Calle 11
		Periférico Oriente

Tabla 54 Conexión intermodal L7

22.8.Línea 8 “Circuito Politécnico”

Características operacionales:

Concepto	Característica
Origen	Zacatenco
Destino	Metro Politécnico
Longitud	11.0 km
Corridas programadas	10 corridas
Tiempo de ciclo	60 minutos
Intervalo	5 minutos
Frecuencia	10 trolebuses/hora
Velocidad máxima	50 km/h
Velocidad comercial	11 km/h
Número de paradas	47 paradas
Horario	06:00 – 22:00 L – V
Costo	$4.00

Tabla 55 Características operacionales L8

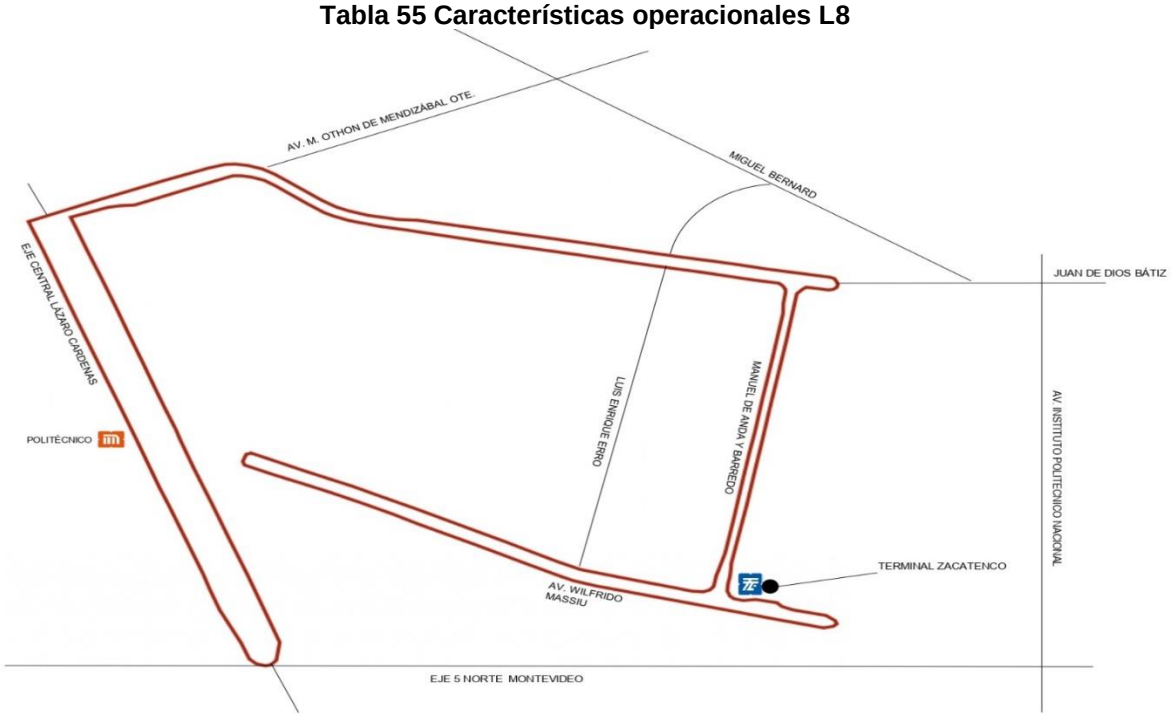


Ilustración 164 Plano L8

Movimientos direccionales

Sentido	Movimiento	Calle
Circuito	Inicia	Av. Wilfrido Massieu (IPN)
	Derecha	Manuel de Anda y Barredo
	Izquierda	Juan de Dios Bátiz
	Izquierda	Av. Othón de Mendizábal
	Izquierda	Eje Central Av. Cien Metros
	Retorno	Av. Montevideo
	Continúa	Eje Central Av. Cien Metros
	Derecha	Av. Othón de Mendizábal
	Derecha	Juan de Dios Batís
	Derecha	Manuel de Anda y Barredo
	Derecha	Av. Wilfrido Massieu
	Retorno	Av. Wilfrido Massieu
	Retorno	Av. Wilfrido Massieu
	Termina	Av. Wilfrido Massieu (IPN)

Tabla 56 Movimientos direccionales L8

Conexión con otros modos de transporte

Empresa	Línea	Estaciones/Paradas
STE	1	Montevideo
STC – Metro	5	Politécnico
		Instituto del Petróleo
Metrobús	6	U. H. Lindavista Vallejo

Tabla 57 Conexión intermodal L8

22.9. Línea 9 “Circuito Villa de Cortés” (ampliación Tepalcates)

Características operacionales:

Concepto	Característica
Origen	Metro Villa de Cortés
Destino	Río Churubusco (ampliación tepalcates)
Longitud	25 km
Corridas programadas	25 corridas
Tiempo de ciclo	130 minutos
Intervalo	5 minutos
Frecuencia	12 trolebuses/hora
Velocidad máxima	50 km/h
Velocidad comercial	12.1 km/h
Número de paradas	39 paradas
Horario	05:00 – 00:00
Costo	$4.00

Tabla 58 Características operacionales L9

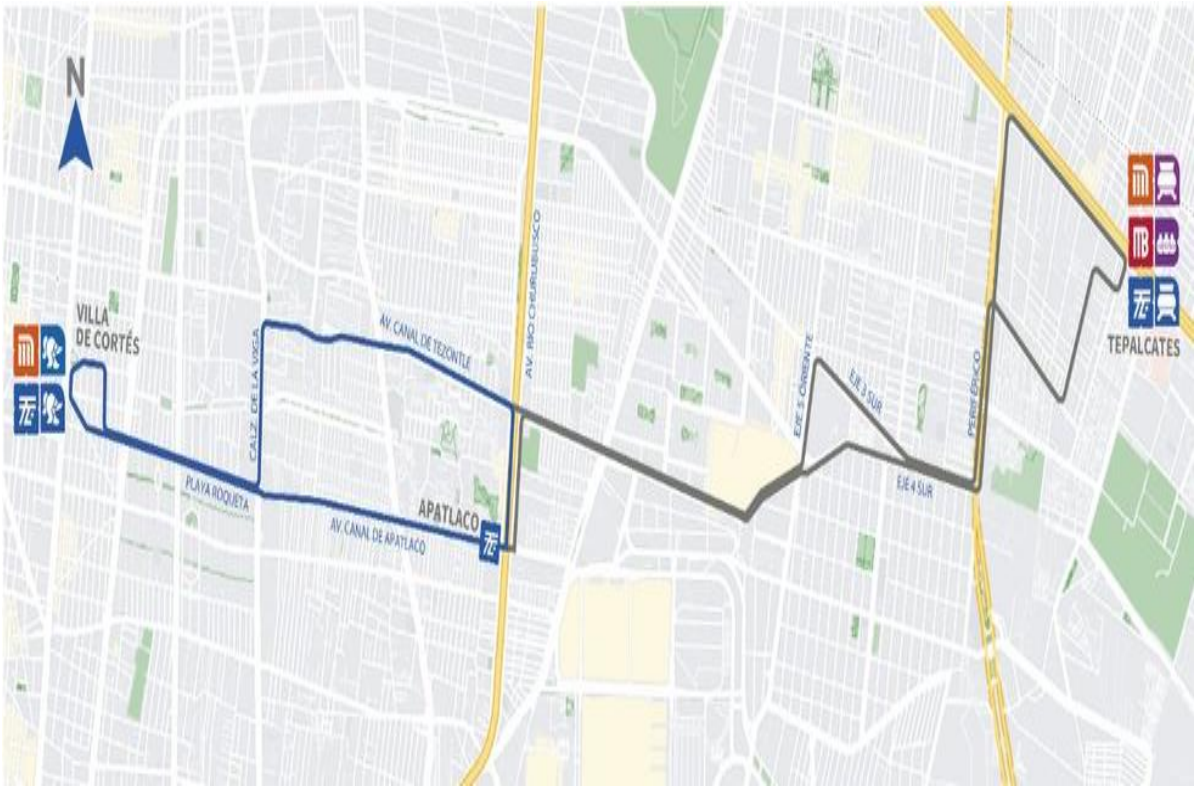
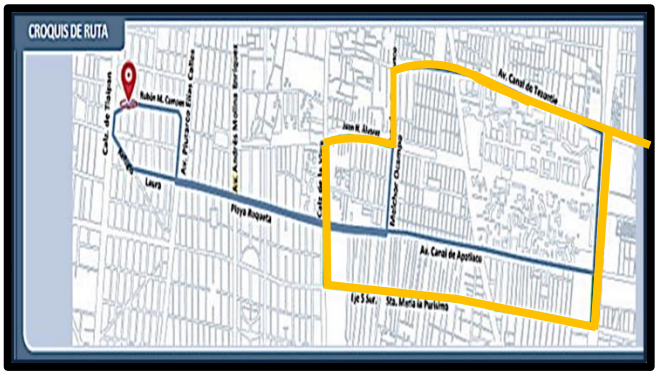


Ilustración 165 Plano L9 (ampliación tepalcates)

Vía alterna línea 9.



Línea 9 ruta alterna, sábado-domingo Villa de Cortes
Vuelta Izq. Calz. La Viga
Vuelta Der. J. Álvarez
Vuelta Izq. M. Ocampo
Vuelta Der. Av. Canal de Tezontle
Línea 9 ruta alterna Tepalcates
Vuelta Izq. Av. rio Churubusco
Vuelta Der. Eje 5 sur Sta. M. la purísima
Vuelta Der. Calz. La Viga
Vuelta Izq. Playa Roqueta

Ilustración 166 Vía alterna L9 subida y bajada.

Movimientos direccionales

Sentido	Movimiento	Calle
Circuito	Inicia	Estación Villa de Cortés Calle Plaza Victoria
	Continua	Rubén M. Campos
	Derecha	Avenida Plutarco Elías Calles
	Izquierda	Playa Roqueta
	Izquierda	Melchor Ocampo
	Derecha	Av. Canal de Tezontle
	Continua	Av. Canal de Tezontle
	Derecha	Av. Río de Churubusco
	Derecha	Apatlaco
	Continua	Apatlaco
	Continua	Playa Roqueta
	Continúa	Laura
	Derecha	Refugio
	Derecha	Calzada de Tlalpan
	Derecha	Plaza Victoria
	Termina	Estación Villa de Cortés Calle Plaza Victoria

Tabla 59 Movimientos direccionales L2

Conexión con otros modos de transporte

Empresa	Línea	Estaciones/Paradas
STC – Metro	2	Villa de Cortés
	8	Iztacalco
RTP	**200**	Río Churubusco

Tabla 60 Conexión intermodal L9

22.10. Línea 10 Constitución-Acahualtepec

Características operacionales:

Concepto	Característica
Origen	Metro Constitución
Destino	Acahualtepec
Longitud	15.21 Km
Corridas programadas	30 corridas
Tiempo de ciclo	40 minutos
Intervalo	2 minutos
Frecuencia	30 trolebuses/hora
Velocidad máxima	50 km/h
Velocidad comercial	18.24 km/h
Número de paradas	10 paradas
Horario	05:00 – 00:00
Costo	$7.00

Tabla 61 Características Operacionales L10

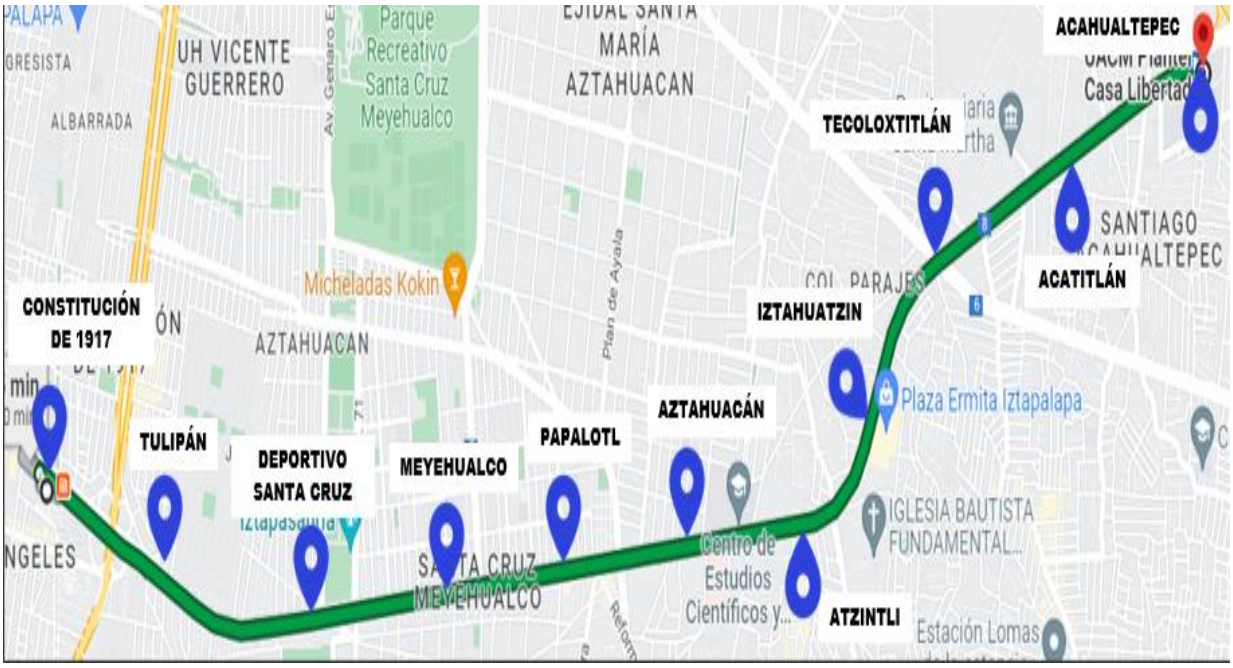


Ilustración 167 Plano L10

Sentido	Movimiento	Calle
Bajada	Inicia	Terminal Constitución
	Continúa	Deportivo Santa Cruz
	Continúa	Meyehualco
	Continúa	Papalotl
	Continúa	Aztahuacan
	Continúa	Atzintli
	Continúa	Iztahuatzin
	Continúa	Tecoloxtitlan
	Continúa	Acatitlan
	Termina	Acahualtepec
Subida	Continúa	Acahualtepec
	Continúa	Acatitlan
	Continúa	Tecoloxtitlan
	Continúa	Iztahuatzin
	Continúa	Atzintli
	Continúa	Papalotl
	Continúa	Meyehualco
	Continúa	Deportivo Santa Cruz
	Termina	Terminal Constitución

Tabla 62 Movimientos Direccionales

Conexión con otros modos de transporte

Empresa	Línea	Estaciones/Paradas
STE		Cuatro caminos Santa marta Barranca de Guadalupe Ejército de Oriente Toreo
STC – Metro	5	Constitución de 917
Cablebús	6	U. H. Lindavista Vallejo

Tabla 63 Conexiones Intermodal L10

23. Glosario de términos

23.1. Transportación

- **Adelantado:** Llegar antes de la hora, según el horario establecido.
- **Alcance:** Colisión entre dos o más vehículos del servicio, circulando de atrás hacia delante o a la inversa.
- **Ascenso:** Acción de subir o abordar un vehículo de transporte.
- **Autonomía:** Acción de trasladar el trolebús sin depender de la línea elevada, con el uso del banco de baterías de la unidad
- **Atraso:** Llegar después de la hora según el horario por diferentes causas.
- **Aumento:** Carro en servicio fuera de horario y que se puede asignar a cualquier línea, en cualquier horario.
- **Auxilio vial:** Vehículo acondicionado con material y personal especializado para el arreglo de trolebuses.
- **Bandera:** Letrero electrónico que indica el origen, destino y puntos intermedios de la línea.
- **Cambio de ruta:** Interrupción del servicio, efectuado de acuerdo con órdenes expresas, que señalan los puntos por los que deberá circular el trolebús hasta nueva orden.
- **Carro a disposición:** Trolebús estacionado en algún lugar determinado, dentro o fuera del depósito a disposición del M. P. (Ministerio Público) o de la Alianza de Tranviarios de México.
- **Carro escapado:** Trolebús estacionado con los postes colectores fuera de las líneas de alimentación y el cual se encuentra OK.
- **Carro malo:** Trolebús con algún o algunos componentes averiados y que es necesaria su reparación.
- **Carro para remolcar:** Trolebús averiado, que deberá ser trasladado a un lugar determinado por una grúa para su reparación.
- **Carro provisional:** Trolebús averiado, que puede circular a marcha de seguridad para ingresar al depósito de especial, para su reparación.
- **Carro tirado:** Trolebús en línea, averiado de algún componente electromecánico.
- **Conversión:** Acción de pagar una corrida pendiente con otra que está en servicio.
- **Convoy:** Al ir circulando dos o más carros juntos en la misma línea y dirección.
- **Corrida:** Unidad de servicio para día laboral, sábado, domingo o día festivo, autorizado a circular en una línea determinada, dentro de un horario preestablecido.
- **Corrida anulada:** Corrida que no es pagada por diferentes causas.
- **Corrida pendiente:** Corrida que por diversas causas no ha sido cubierto su horario.
- **Descenso:** Es la acción de bajar de un vehículo de transporte.
- **Destino:** Lugar donde finaliza un recorrido o viaje.
- **Dormirse:** Cuando un operador no se presenta a la hora fijada para iniciar sus labores.
- **Extra (1):** Operador que no tiene turno asignado, el cual cubre al personal titular.
- **Extra (2:)** Trolebús o tren en circulación no autorizado por horarios (servicio especial, tren de trabajo, carro escuela).

- **Guardia:** Tiempo que permanece el personal extra en espera para que le nombren servicio.
- **Hora de relevo:** La fijada en el horario para que un trabajador se haga cargo de un vehículo.
- **Hora de rendir:** La fijada para entregar la unidad.
- **Hora de salida:** La fijada para que salga un trolebús del depósito o de una terminal.
- **Horario:** Autorización escrita para el movimiento de una corrida o aumento en su caso.
- **Intervalo:** Distancia entre dos trolebuses que circulan sobre la misma línea y dirección.
- **Licencia:** Cuando la empresa concede a otro organismo la interrupción del fluido eléctrico en algunas secciones de la línea, como medida de prevención a fin de desempeñar labores con mayor seguridad.
- **Línea:** Ruta que cubre un determinado derrotero, origen y destino previamente determinado.
- **Lugar de relevo:** Lugar de la línea donde los operadores terminan y principian su turno.
- **Nombrar servicio:** Asignar una determinada corrida, de acuerdo con las necesidades del servicio.
- **Número de corrida:** Número asignado a una corrida para señalar su operación dentro del horario.
- **Origen:** Lugar donde da inicio un viaje o recorrido.
- **Pagar:** Asignar una unidad a una corrida pendiente.
- **Paso interrumpido:** Cuando la continuidad del servicio se interrumpe repentina y temporalmente por distintos motivos.
- **Pegado:** Cuando un operador llega hasta el último minuto para el desempeño de sus labores.
- **Pendiente:** Corrida que no ha sido pagada por falta de equipo o personal.
- **Por uso:** Cuando una pieza se desgasta al paso del servicio y se daña aparentemente sin ningún motivo.
- **Poste colector (Trole):** Aditamento que se desliza entre un conductor aéreo y un receptor móvil.
- **Proteger:** Tomar las medidas necesarias para evitar daños a instalaciones o al equipo.
- **Punto de partida:** Lugar donde inicia un viaje o recorrido.
- **Punto terminal:** Lugar donde termina un viaje o recorrido.
- **Quemar:** Es la hoja fijada del nombramiento de un turno.
- **Recuperar tiempo:** Cuando a una corrida atrasada se le dan órdenes para que se regrese o bien acelere su marcha en tramos donde se pueda imprimir una velocidad superior a la fijada.
- **Regreso:** Operar una unidad hasta un punto de la línea situado antes de la terminal.
- **Relevo:** Hacerse cargo de un trolebús cuando se encuentra en servicio.
- **Rendir fuera de ruta:** Rendir en un camino distinto al señalado por el horario.
- **Reiniciar:** Acción de realizar el orden de apagado de la unidad en un espacio de 30 seg. y volver a realizar el orden de encendido de forma correcta

- **Retirarse:** Recibir una orden para alejarse del área de trabajo.
- **Salida de terminal:** Hora en que un trolebús inicia su viaje de una terminal.
- **Servicio extraordinario:** Es el servicio prestado los domingos, días festivos y eventos especiales.
- **Servicio ordinario:** Es el servicio prestado en los días hábiles donde la demanda de pasaje es mayor.
- **Subida:** Términos usados que señalan el sentido de circulación de norte-sur y oriente-poniente. .
- **Bajada:** Términos usados que señalan el sentido de circulación de sur-norte y poniente-oriente.
- **Tarifa:** Valor fijado al servicio que se presta en condiciones determinadas.
- **Terminal:** Lugar donde llegan y salen las unidades para operar una línea.
- **Terminología:** Conjunto de vocablos y palabras que sirven para expresarse en el medio tranviario.
- **Tiempo de ciclo:** El tiempo de ciclo (Tc) es el tiempo total de viaje redondo para una unidad de transporte, esto es, el tiempo que tarda en volver a pasar la misma unidad por un punto determinado, el cual se expresa normalmente en minutos. Este tiempo está dado, en el caso de que sus tiempos de recorrido y terminal sean iguales en cada dirección, por:
- **Tiempo de recorrido:** Es el tiempo realizado por un trolebús contando desde la salida de la terminal “A” a su llegada a la terminal “B”.
- **Tiempo de revisión:** Es el tiempo necesario para hacer un reconocimiento de las condiciones del trolebús.
- **Tiempo deliberado:** Hacer tiempo con dolo, no cumpliendo con el horario señalado.
- **Tiempo en terminal:** Es el lapso que permanece un trolebús en terminal.
- **Trolazo:** Es la acción de descarrilarse el o los postes colectores de la línea de alimentación, y al no accionar el sistema de retracción (retriver) al oscilar golpea lo que esté a su alcance.
- **Turno:** Jornada de trabajo señalada por un horario para realizar ciertas actividades, siendo éstos diurno, mixto y nocturno.
- **Turno corto:** Jornada de trabajo que debido a necesidades específicas no completa el turno fijado para la jornada legal.
- **Viaje:** Movimiento en un sentido entre un origen y un destino.
- **Vuelta:** Es la operación de un trolebús dentro de una línea desde una terminal y regreso a la misma.
- **Validador:** Dispositivo colocado en el interior del trolebús, el cual sirve para leer las tarjetas (MI) y recabar el cobro de acuerdo con la tarifa establecida para la prestación del servicio.
- **Zona de relevos:** Tramo de las líneas dentro de las cuales se fijan los lugares de relevo.

23.2. Infraestructura de línea elevada

- **Albardón:** Pieza de metal que va anclada al concreto de los pasos a desnivel y puentes peatonales, que sirve para sostener la línea elevada.
- **Alimentación transversal:** Es de 250 000, se utiliza forrado y es el que alimenta y sostiene a la línea elevada, tanto de subida como de bajada por medio de postes.
- **Amarre:** Forma de energizar una sección de manera provisional por medio de un brincador en la frontera de la sección alimentadora o en un cruce de secciones diferentes.
- **Bobina:** Complemento de los cambios automáticos, su función es accionar el dispositivo para direccionar las lengüetas y así los postes colectores cambien de línea.
- **Brincador:** Este componente está instalado en cambios y cruceros para la continuidad de la tensión eléctrica.
- **Cable al suelo:** Al romperse el alambre trole y una punta cae al suelo y el tramo dañado supera los 5.5 metros.
- **Cable alimentador negativo:** Sin forro, con un calibre de 1000 y de 500 presenta el regreso de la alimentación eléctrica hacia la subestación, siendo éste el derecho.
- **Cable alimentador positivo:** Sin forro, con un calibre de 1000 y de 500 es el que lleva la alimentación eléctrica de la subestación, para consumo de los trolebuses, siendo éste el del lado izquierdo.
- **Cable de contactor:** Instalación de los cambios automáticos el cual es el encargado de transportar la señal de los contactores hacia las bobinas para realizar el cambio de línea.
- **Cambio automático:** Aparato de línea elevada que sirve para cambiar de dirección.
- **Cambio mecánico:** Aparato de línea elevada que sirve para incorporarse a otra línea.
- **Canilla alimentadora:** Componente utilizado para la alimentación eléctrica de los hilos de contacto mediante cable alimentador de 250 000 instalado transversalmente.
- **Contactor de voltaje:** Componente de los cambios automáticos el cual se encarga de recibir la señal mediante la posición de los postes colectores que a su vez manda la señal a las bobinas para realizar el cambio de lengüetas y que el trolebús pueda cambiar de línea.
- **Crucero:** Aparato de línea elevada donde cruza otra línea, la cual lleva una dirección diferente.
- **Cruzamiento:** Corto circuito que surge al ponerse en contacto la polaridad negativa a la positiva.
- **Falta de alterna:** Cuando la Comisión Federal de Electricidad deja de suministrar la corriente alterna a la subestación.
- **Fibra:** Parte del separador aislante donde corre el carbón del trole, está fabricada a base de fibra de vidrio.
- **Kloster:** Es un dispositivo que indica la presencia o falta de energía eléctrica de 600Vcd, que consta de un arreglo de 7 focos, ubicados en terminales y en todas las Divisiones de la Red de trolebuses.

- **Línea elevada:** Instalación aérea eléctrica que sirve para alimentar en 600 volts de corriente directa el servicio de trolebuses.
- **Punta de arqueo:** Complemento de los cruceros el cual funciona como carril donde se desliza el carbón del trole y fijación para la fibras instaladas exclusivamente en cruceros.
- **Quebradora:** Sirve para aislar eléctricamente en polaridad positiva entre dos secciones alimentadoras.
- **Retenida:** Pieza de cable que absorbe una tensión desequilibrada.
- **Rompe arco magnético:** Dispositivo para romper y dispersar el arco eléctrico evitando el chispazo.
- **Sección:** Longitud de línea elevada (máxima de 2500 metros), la cual es alimentada en corriente directa por una subestación y es reconocida por un número.
- **Segmento de curva de línea:** Conjunto de herrajes diseñados para conformar las curvas para desvíos y vueltas.
- **Separador aislante:** Este componente es utilizado para separar secciones eléctricas, separar positivo del negativo en cambios y cruceros.
- **Solera:** Pieza de los segmentos de curva, donde corre el carbón del trole.
- **Subestación:** Conjunto de equipos integrados donde aterriza la acometida de 23 000 VCA que nos proporciona la Comisión Federal de Electricidad, donde se rectifica y se distribuye a través de la línea elevada para su consumo.
- **Terminal macho:** Componente que se encuentra en la salida de los cambios y cruceros para la unión y continuidad del hilo de contacto.
- **Tirante transversal:** Cable galvanizado o de polyfil que se utiliza para sostener cambios, hilos de contacto y cables alimentadores.

23.3. Definición de las piezas del poste revestido

- **Abrazadera de cruceta:** Pieza de acero en forma de “U”, sirve para fijar la cruceta en los postes de acero y concreto.
- **Aislador de carga tipo alfiler:** Pieza de porcelana, su función es la de fijar el cable alimentador sobre una cruceta metálica en forma aislada.
- **Aislador de centro de campana:** Soporta mediante la suspensión, el hilo de contacto, aislándolo del viento.
- **Aislador de tensión:** Sirve para aislar el viento de los remates de centro y punta.
- **Alambre trole:** Hilo de contacto, de donde el tomacorriente (caña) alimenta eléctricamente en 600 volts de corriente directa a los trolebuses.
- **Alimentación de bajada:** Es de 250 KCM, se utiliza forrado y va de los cables alimentadores a la línea elevada para alimentarla.
- **Anillo con espiga:** Solera de fierro en forma circular en dos piezas, con diámetro de 5½” para instalarse en los postes de hierro y concreto, con la espiga soporta el brazo vestido contra el poste.
- **Anillo sin espiga:** Solera de fierro en forma circular en dos piezas con diámetro de 5½” para instalarse en los postes de hierro y concreto. Sirve para reforzar la fijación del brazo, con la varilla de cuerda y ojo, así como el complemento de viento.
- **Brazo:** Tubo galvanizado que soporta los hilos de contacto por medio de: remates de punta, aisladores de tensión, tornillo de ojo, viento, complemento de viento, varilla, aisladores de centro de campana, así como las suspensiones.
- **Cable alimentador:** De 500 ó 100º KCM, se utiliza sin forro y va sobre el aislador de carga, siendo positivo y negativos, los cuales alimentan la línea elevada.
- **Colector de polos:** Aparato de línea elevada, su función es guiar los postes colectores para que se conecten a línea elevada de forma segura
- **Complemento de viento:** Cable galvanizado que va del viento al anillo sin espiga.
- **Conexión de canal:** Se utiliza para unir y dar continuidad al alambre trole.
- **Conexión de embutir:** Se utiliza para unir y dar continuidad al alambre trole.
- **Cruceta:** Vigueta de hierro que sirve para sostener los cables alimentadores por medio de aisladores de carga tipo alfiler.
- **Grapa universal de 250/500 KCM:** Se refiere a la pieza que sirve para conectar en forma mecánica los cables alimentadores de 250 y 500 KCM.
- **Guía de alimentación:** Soporte anclado al brazo, que guía el cable que alimenta a la línea elevada.
- **Lira:** Herraje de ángulo de fierro de diferentes medidas que soportan las crucetas.
- **Oreja:** Pieza de bronce de dos piezas que sirve para fijar el aislador de centro tipo campana al viento.
- **Poste:** Pilar de hierro o concreto que soporta la instalación electromecánica de la línea elevada.
- **Quebradora:** Pieza que sirve para aislar eléctricamente la polaridad positiva entre dos secciones alimentadoras. Generalmente colocada en la frontera de las secciones.
- **Remate de centro:** Pieza de bronce, para fijar al centro del brazo, al viento y complemento de viento contra el poste.

- **Remate de punta:** Pieza de bronce que sirve para fijar el viento al brazo y por medio del tornillo de ojo se le da tensión.
- **Suspensión alimentadora:** Arreglo de fundición que sirve para fijar el hilo de contacto. Tiene una zapata donde es conectada la alimentación de bajada.
- **Suspensión:** Arreglo de fundición, que sirve para fijar el hilo de contacto en el brazo, donde hace la línea al contacto con el carbón un punto duro en el cual se debe reducir la velocidad en puentes vehiculares y peatonales, así como como bajo puentes.
- **Tornillo de ojo:** Componente para dar tensión mecánica en vientos, canillas, aisladores fijos instalados en brazos y banderas de postes USM.
- **Torton:** Arrollamiento de cable galvanizado de acero suave que une el aislador de tensión chico con el tornillo de ojo, para el tensado del viento.
- **Varilla:** Varilla redonda, su función es la de soportar el brazo, evitando que éste se levante al paso de las cañas.
- **Viento:** Arreglo formado de cable galvanizado de ¼" su función es la de soportar los hilos de contacto, por medio de aisladores de centro y las suspensiones.

24. Referencias

24.1. Índice de imágenes

Ilustración 1 collage de fotos en STE. 6
lustración 2 Trolebús frente oficinas de STE. 7
Ilustración 3 Organigrama funcional del Operador de Trolebús. 13
Ilustración 4 Operadores de Trolebús. 14
Ilustración 5 Instructor/operador de trolebús. 22
Ilustración 6 Tipos de discapacidad. 23
Ilustración 7 operador de trolebús auxiliando a persona en silla de ruedas. 23
Ilustración 8 Operador de trolebús atento para cambio de carril 24
Ilustración 9 Trolebús serie 20000 dañado después de accidente. 25
Ilustración 10 Trolebús serie 20000 impactado por vehículo por corte de circulación 25
Ilustración 11 Trolebús serie 20000 después de impacto a más de 50 km/h. 26
Ilustración 12 Trolebús 20114 impactado en un poste en reversa. 26
Ilustración 13 Operación con todas las medidas de seguridad. 27
Ilustración 14 Representación de distancias mínimas de seguridad en movimiento. 28
Ilustración 15 Distancias recorridas antes de frenar totalmente. 29
Ilustración 16 Operación con visión en el camino. 30
Ilustración 17 Uso de juego de luces y claxon. 31
Ilustración 18 Ciclistas en carril compartido. 32
Ilustración 19 Ciclistas en eje 2 sur. 33
Ilustración 20 ciclistas dentro de ciclovía. 33
Ilustración 21 Carril trole bici. 34
Ilustración 22 Carril trole bici. 34
Ilustración 24 Trolebús articulado 18 m 36
Ilustración 25 Partes de trolebús serie 22000 lado exterior derecho. 36
Ilustración 26 Partes de trolebús serie 22000 parte posterior 37
Ilustración 27 ambos tipos de sistemas de postes colectores 37
Ilustración 28 Partes de trolebús serie 22000 lado exterior izquierdo 38

Ilustración 29 Partes de trolebús serie 20000 parte frontal 38
Ilustración 30 Botonera superior izquierda trolebús serie 20000 39
Ilustración 31 Botonera izquierda trolebús serie 20000 39
Ilustración 32 Botonera Derecha inferior trolebús. 39
Ilustración 33 Botonera derecha trolebús serie 20000 40
Ilustración 34 Panel de información trolebús serie 20000 40
Ilustración 36 Lado derecho del trolebús articulado 42
Ilustración 37 Partes de trolebús articulado parte posterior 43
Ilustración 38 Partes de trolebús articulado lado exterior izquierdo 43
Ilustración 39 Partes de trolebús series 24000 igual al 20000 parte frontal. 44
Ilustración 40 Zumbador 44
Ilustración 41 Bloqueo de articulación. 44
Ilustración 42 HSA y puertas. 45
Ilustración 43 carga baterías. 45
Ilustración 44 botonera serie 24000. 45
Ilustración 45 Ventiladores y botón DC/AC. 45
Ilustración 46 Pantalla de instrumentos (LCD). 49
Ilustración 47 Botón de menú 49
Ilustración 48 Menú de opciones en la pantalla 49
Ilustración 49 Pantalla de información del trolebús 50
Ilustración 50 botón "home" 50
Ilustración 51 Radio GPS. 51
Ilustración 52 Conjunto poste colector 52
Ilustración 53 Conjunto sistema de retracción de postes colectores 52
Ilustración 54 Conjunto de Cabeza Colectora. 53
Ilustración 55 Conjunto base de sistema de retracción. 53
Ilustración 56 Conjunto de Caja de cuerdas. 53
Ilustración 57 Criterios para reemplazo de carbones de trolebús 54
Ilustración 58 Válvula censora 56
Ilustración 59 Esquema cilindro de puerta 57
Ilustración 60 Sistema eléctrico baja tensión 57

Ilustración 61 Sistema Eléctrico de Alta Tensión..... 58
Ilustración 62 Ejemplos de sistema de carrocería..... 59
Ilustración 63 Entrada principal depósito de Tetepilco..... 63
Ilustración 64 Croquis primera división..... 64
Ilustración 65 Croquis segunda división..... 65
Ilustración 66 Croquis tercera división..... 66
Ilustración 67 Deposito provisional, línea 10. 67
Ilustración 68 F. AD. 168 servicio de dormitorio..... 69
Ilustración 69 F. AD. 188 papeleta de recaudación red de trolebuses 70
Ilustración 70 F. OP. 132 nueva papeleta de programación red de trolebuses. 72
Ilustración 71 F. MTTO. 372 orden de trabajo, frontal y reverso. 74
Ilustración 72 F. OP. 04 informe diario de novedades..... 76
Ilustración 73 F. OP. 82 reporte de incidentes 78
Ilustración 74 F. OP. 84 reporte de fallas de trolebús 80
Ilustración 75 F. OP. 85 asistencia diaria 82
Ilustración 76 F. OP. 89 tiempo extra de operadores..... 84
Ilustración 77 F. OP. 105 averías y faltantes al trolebús 86
Ilustración 78 Formato F. AD. 293 faltas y permisos..... 87
Ilustración 79 Gabinetes en la subestación..... 88
Ilustración 80 Transformador de potencia 88
Ilustración 81 Diagrama unifilar de una subestación eléctrica..... 89
Ilustración 82 Ejemplo de la distancia de una sección. 89
Ilustración 83 Personal de línea elevada..... 90
Ilustración 84 Esquema general de la línea elevada de STE 91
Ilustración 85 Esquema distancia interpostal servicio de trolebús..... 92
Ilustración 86 Esquema alimentación al alambre trolley..... 93
Ilustración 87 Esquema de las partes del poste vestido para el servicio de trolebús 94
Ilustración 88 Esquema de un seccionador (quebradora) 95
Ilustración 89 Esquema de un crucero ajustable para el servicio de trolebús 95
Ilustración 90 Esquema cambio mecánico (empalme) 96

Ilustración 91 Esquema cambio automático 96
Ilustración 92 Esquema Colector de Polos 97
Ilustración 93 Viento roto 98
Ilustración 94 Línea y segmento de curva colgados 99
Ilustración 95 Segmento de curva roto casi al piso 99
Ilustración 96 Puntas al suelo 100
Ilustración 97 Cruzamiento con cables. 100
Ilustración 98 Ramas sobre la línea del trolebús. 101
Ilustración 99 Verificación de apagado total de la unidad 102
Ilustración 100 Apertura de puerta 102
Ilustración 101 Posición de encendido 103
Ilustración 102 Movimientos para apertura de tapa delantera derecha 103
Ilustración 103 Botón de apertura de puertas 104
Ilustración 104 Poste obstruyendo la manipulación de postes 104
Ilustración 105 revisión de la unidad con FOP 105 105
Ilustración 106 Interior del trolebús 105
Ilustración 107 revisión del Tablero de instrumentos 106
Ilustración 108 Pintura descarapelada segundo eje de trolebús 106
Ilustración 109 Partes del validador para cobro electrónico del pasaje 107
Ilustración 110 Tarjeta de Movilidad Integrada para el cobro electrónico del pasaje 109
Ilustración 111 Pago con tarjeta MI 109
Ilustración 112 Trolebús serie 20000 usando autonomía (batería) por manifestación 110
Ilustración 113 Trolebús serie 20000 realizando parada en Eje Central 111
Ilustración 114 Ascenso de usuario en silla de ruedas mientras rampa puerta central 111
Ilustración 115 Aseguramiento del usuario en silla de ruedas 112
Ilustración 116 Repliegue de rampa para personas con silla de ruedas 112
Ilustración 117 Pasos de apagado y encendido serie 20000 113
Ilustración 118 Testigos de fallas en pantalla. 113

lustración 119 Error en el validador. 113
Ilustración 120 Orden de datos en pantalla de PC. 114
Ilustración 121 maniobra trolear 116
Ilustración 122 Esquema dar el paso 1 117
Ilustración 123 Esquema dar el paso 117
Ilustración 124 Botones para liberación de postes colectores 119
Ilustración 125 Trolebús con conato de incendio en la parte superior 120
Ilustración 126 Sismo 1985 122
Ilustración 127 Equipo de seguridad para operadores de trolebús STE 124
Ilustración 128 Señalización de NO ALCOHOL 138
Ilustración 129 Señales de tránsito 142
Ilustración 130 Señal "Paso preferente al trolebús" en Eje Centra 142
l 142
Ilustración 131 Señales de tránsito restrictivas más comunes 144
Ilustración 132 Señales de tránsito preventivas más comunes 144
Ilustración 133 Señales de tránsito informativas más comunes 145
Ilustración 134 Señales de tránsito informativas de destinos 145
Ilustración 136 Elementos de balizamiento en una intersección 147
Ilustración 137 Señales especiales de tránsito 148
Ilustración 138 Señales de tránsito con acústica 148
Ilustración 139 Semáforo vehicular horizontal y vertical 149
Ilustración 140 Semáforo peatonal 150
Ilustración 141 Semáforo especial 150
Ilustración 142 Esquema de distribución de carriles en Corredor Cero Emisiones Trole - Bici “Eje Central” 151
Ilustración 143 Partes del parabús de STE 151
Ilustración 144 Trolebús elevado 152
Ilustración 145 Trolebús elevado 153
Ilustración 146 Señalamiento advertidor. 156
Ilustración 147 Señalamiento advertidor. 157
Ilustración 148 Trolebuses en circuito elevado 157

Ilustración 149 Incendio en el trolebús. 158
Ilustración 150 Sismo en el trolebús elevado 158
Ilustración 151 Trolebús en terminal 160
Ilustración 152 Puesto Central de Control (PCC) de STE 161
Ilustración 153 Supervisor operativo 162
Ilustración 154 Simbología de diagrama de circulación de trolebuses 163
Ilustración 155 Mapa general red de trolebuses..... 177
Ilustración 156 Plano L1 179
Ilustración 157 Vía alterna L1 subida y bajada. 180
Ilustración 158 Plano L2 182
Ilustración 159 Plano L3 185
Ilustración 160 Plano L4 187
Ilustración 161 Plano L5 (ampliación La diana) 190
Ilustración 162 Plano L6 193
Ilustración 163 Plano L7 196
Ilustración 164 Plano L8 199
Ilustración 165 Plano L9 (ampliación tepalcates) 201
Ilustración 166 Vía alterna L9 subida y bajada. 202
Ilustración 167 Plano L10 203

24.2. Índice de tablas.

Tabla 1 Características operaciones trolebús serie 20000, 22000 y 23000. 35
Tabla 2 Características operacionales trolebús articulado serie 21000 y 24000... 36
Tabla 3 indicadores luminosos en pantalla LCD (testigos). 49
Tabla 3 Orden de Carpetas y letreros para instalación de banderas en radio GPS. 51
Tabla 4 Sistemas de tracción de las diferentes series de trolebús 58
Tabla 5 Directorio para operadores de trolebús 63
Tabla 6 Formatos utilizados por el operador de trolebús 68
Tabla 7 Requisitado F. AD. 168 servicio de dormitorio 69
Tabla 8 Requisitado F. AD. 188 papeleta de recaudación red de trolebuses 71
Tabla 9 Requisitado F. OP. 132 nueva papeleta de programación red de trolebuses. 73
Tabla 10 Requisitado F. MTTO. 372 orden de trabajo 75
Tabla 11 Requisitado F. OP. 04 informe diario de novedades 77
Tabla 12 Requisitado F. OP. 82 reporte de incidentes 79
Tabla 13 Requisitado F. OP. 84 reporte de fallas de trolebús 81
Tabla 14 Requisitado F. OP. 85 asistencia diaria 83
Tabla 15 Requisitado F. OP. 89 tiempo extra de operadores 85
Tabla 16 Requisitado F. OP. 105 averías y faltantes al trolebús 86
Tabla 17 Código de colores en señales de tránsito 143
Tabla 18 Generalidades de línea 10. 152
Tabla 19 Simbología L1 164
Tabla 20 Simbología L1 C2 Pascua 165
Tabla 21 Simbología L2 166
Tabla 22 Simbología L3 167
Tabla 23 Simbología L4 168
Tabla 24 Simbología L5 169
Tabla 25 Simbología L5 Ampliado 170
Tabla 26 Simbología L6 171
Tabla 27 Simbología L7 172

Tabla 28 Simbología L8 173
Tabla 29 Simbología L9 174
Tabla 30 Simbología L9 Apoyo. 175
Tabla 31 Simbología L10 176
Tabla 32 Características generales red de trolebuses 178
Tabla 33 Expedición del servicio por depósito y división PT 2024. 178
Tabla 34 Características operacionales L1 179
Tabla 35 Movimientos direccionales L1 180
Tabla 36 Conexión intermodal L1..... 181
Tabla 37 Características operacionales L2 182
Tabla 38 Movimientos direccionales L2 183
Tabla 39 Conexión intermodal L2..... 184
Tabla 40 Características operacionales L3 185
Tabla 41 Movimientos direccionales L3 186
Tabla 42 Conexión intermodal L3..... 186
Tabla 43 Características operacionales L4 187
Tabla 44 Movimientos direccionales L4 188
Tabla 45 Conexión intermodal L4..... 189
Tabla 46 Características operacionales L5 190
Tabla 47 Movimientos direccionales L5 191
Tabla 48 Conexión intermodal L5..... 192
Tabla 49 Características operacionales L6 193
Tabla 50 Movimientos direccionales L6 194
Tabla 51 Conexión intermodal L6..... 195
Tabla 52 Características operacionales L7 196
Tabla 53 Movimientos direccionales L7 197
Tabla 54 Conexión intermodal L7..... 198
Tabla 55 Características operacionales L8 199
Tabla 56 Movimientos direccionales L8 200
Tabla 57 Conexión intermodal L8..... 200
Tabla 58 Características operacionales L9 201

Tabla 59 Movimientos direccionales L2 202
Tabla 60 Conexión intermodal L9..... 202
Tabla 61 Características Operacionales L10..... 203
Tabla 62 Movimientos Direccionales..... 204

25. Créditos

Fecha de elaboración: **17 de enero del 2024.**

Autoridades responsables de STE:

Mtro. Martín López Delgado – director general.

Mtra. Adriana Palacios Mata – directora ejecutiva de Transportación.

Ing. Martin Elías Mejía – Gerente de Transportación Trolebuses.

Ing. Héctor Herrera Escamilla – Subgerente Transportación “Tetepilco”

Ing. Carlos Vera López – Subgerente Transportación “Aragón”

Área responsable de su elaboración: **Instrucción Operativa.**

Colaboradores:

Jorge Daniel Vázquez Hernández, Exp. 22786 – Coordinador Instrucción Operativa.

Juan de Dios Pérez Márquez, Exp. 18170 – Instructor.

Juan Antonio Pereyra Camacho, Exp. 18581 – Instructor.

Marco Antonio Muñoz Guzmán, Exp. 20583 – Instructor.

Luis Antonio Herrera Sánchez Exp 23821 Instructor

José Benjamín Servín Amaro, Exp. 18795 – Aspirante a Instructor.

Eduardo Sánchez Corona, Exp. 20809 – Aspirante a Instructor.

Nayeli Reyes Cruz, Exp. 23165 – Auxiliar de Instrucción Operativa.

Ing. María Angélica Rodríguez Delgado, Exp. 23193 – Auxiliar de Instrucción Operativa.

Omar Herrera Velázquez Exp 19098- Operador guía

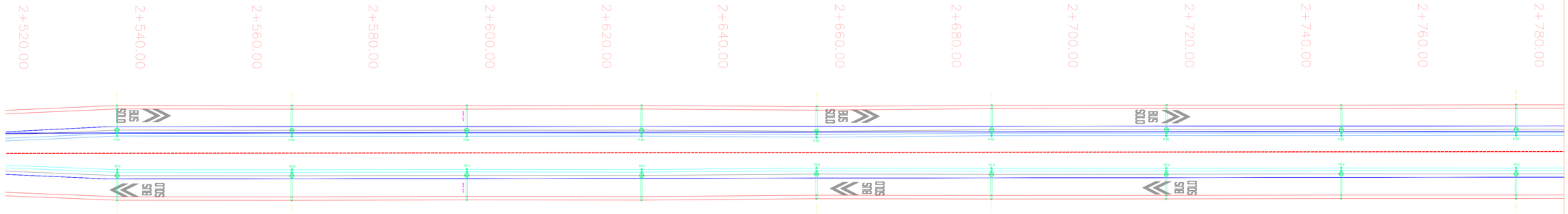
Jesús Armendáriz Franco, Exp. 18805 – Operador guía

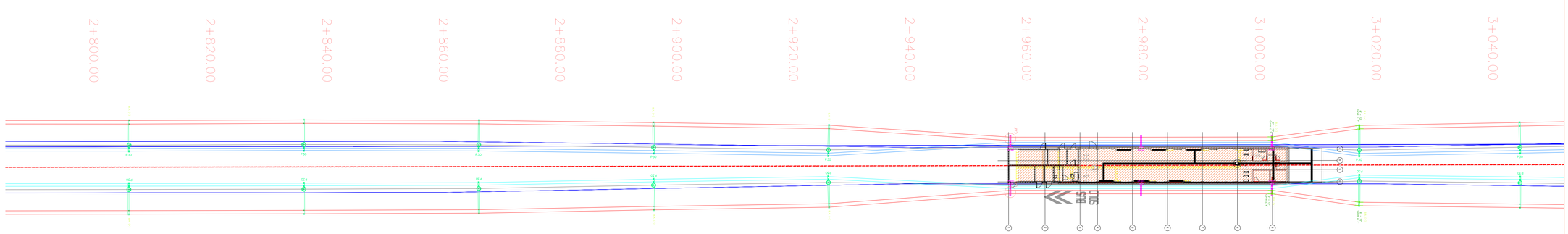
Carlos Alberto Carrera Cruz, Exp. 22022 – Operador guía.

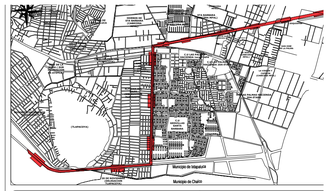
Su uso es estrictamente con fines de capacitación y operativos.

Queda prohibida su reproducción total o parcial.

ACTIVIDAD		TIEMPO (MESES)												
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Obra Inducida														
Corte con sierra en pavimento y/o asfalto														
Demolición de pavimento y concreto														
Trazo y nivelación														
Despalme														
Tala, poda y retiro de árboles														
Excavación														
Desmonte														
Carga y acarreo de material														
Carril confinado	Mejoramiento del terreno (subrasante, sub base y base)													
	Construcción de base hidráulica													
	Colocación de juntas de dilatación													
	Colocación de concreto Mr-45													
	Colocación de delimitadores													
	Colocación de señalamiento													
	Colocación de ductería para instalaciones													
Viaducto Elevado	Cimentación profunda													
	Cimentación superficial													
	Cimbra en superestructura													
	Colocación de columnas													
	Colocación de cabezales													
	Colocación de trabes													
	Colocación de losa de compresión													
	Colocación de ductería para instalaciones													
	Colocación de acero estructural													
	Colocación de concreto													
	Colocación de señalamiento vial													
Estaciones	Colocación de concreto													
	Colocación de cimbra													
	Colocación de concreto hidráulico													
	Colocación de juntas de dilatación													
	Colocación de rellenos para desplante de cimentación superficial													
	Aplicación de sistema impermeable													
	Habilitado de acero de refuerzo													
	Colocación de piso de mármol													
	Fabricación de estructura metálica													
	Montaje de estructura metálica													
	Montaje de techumbres													
	Montaje de fachadas													
	Colocación de ductería para instalaciones													
	Colocación de señalamiento horizontal													
	Rehabilitación de pavimento													
	Colocación de delimitadores													
	Colocación de señalamiento vertical													
	Colocación de bancos, topes y pantalla													
Paradero Zona San Buenaventura	Colocación de parapeto y guarnición													
	Montaje de postes, catenaria y accesorios													
	Colocación de muro de acceso													
	Colocación de señalamiento vial													
Paradero y Cetram	Mejoramiento de terreno													
	Construcción de bahías													
	Colocación de señalamiento horizontal													
	Colocación de concreto													
	Construcción de juntas de dilatación													
	Colocación de señalamiento vertical													
	Demolición de elementos de concreto													
	Colocación de losa de cimentación													
	Colocación de acero en trabes, cabezales, columnas y ménsulas													
	Colocación de losa de compresión de concreto													
	Colocación de parapeto metálico													
Obra Electromecánica	Cimentación de postes													
	Montaje de postes, catenaria y accesorios													
	Montaje de subestaciones de rectificación													
	Colocación de señalamiento													
Adecuación de gasas en la estación Constitución de 1917														







SIMBOLOGÍA

- POSTE BANDERA
- HERRAJE DE RETENIDA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- SEGMENTO DE CURVA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectara la disposició los elementos de la linea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 2+520 A KM 3+040

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

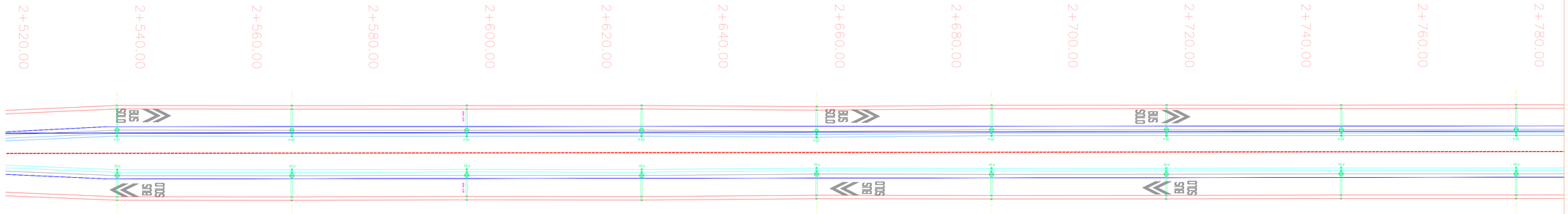
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

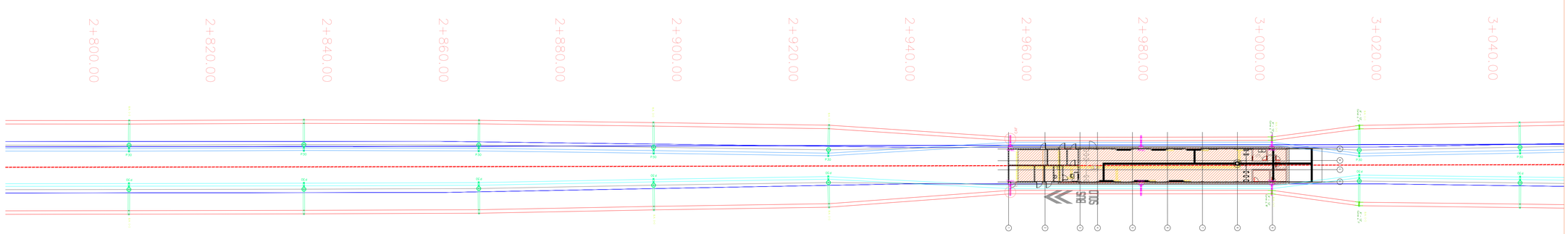
N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

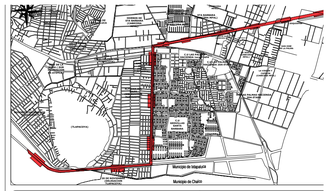
ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE







SIMBOLOGÍA

- POSTE BANDERA
- HERRAJE DE RETENIDA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- SEGMENTO DE CURVA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectara la disposició los elementos de la linea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 2+520 A KM 3+040

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

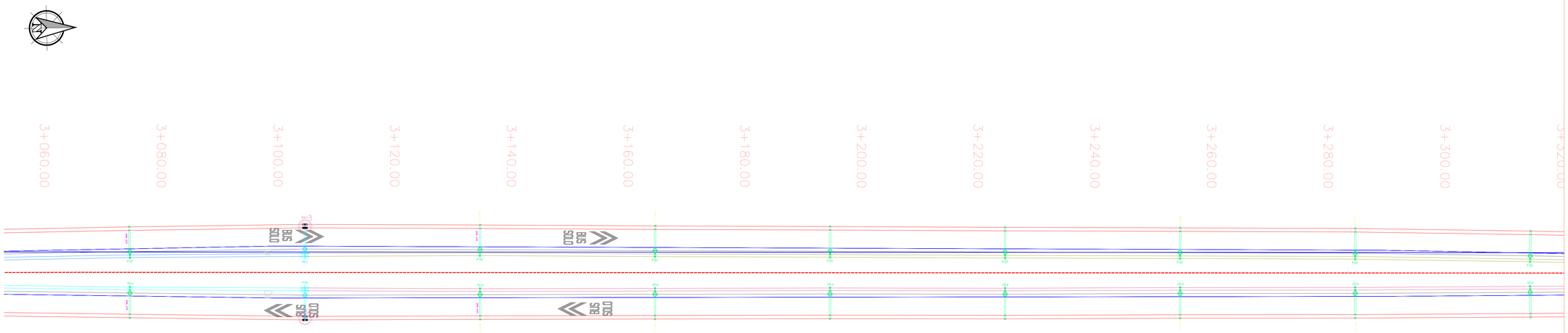
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

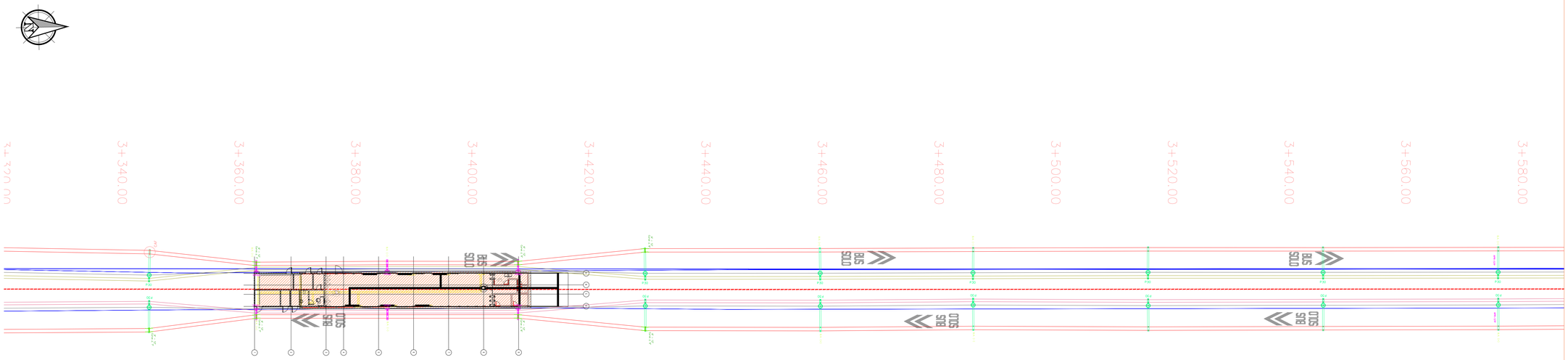
N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

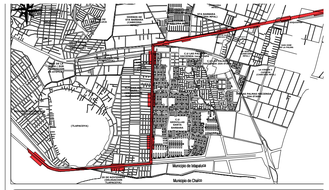
PLANO O CLAVE





ESTACIÓN HACIENDA OJO DE AGUA

DETALLE DE CONEXIÓN Y FIJACIÓN PARA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO VER PLANO: TI-S00-001-PLA-LAC-006.1-0A



SIMBOLOGÍA

- POSTE BANDERA
- POSTE DE REMATE
- HERRAJE DE RETENIDA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- FIBRA AISLANTE SECCIONADORA
- SEGMENTO DE CURVA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectara la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS_
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 3+060 A KM 3+580

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

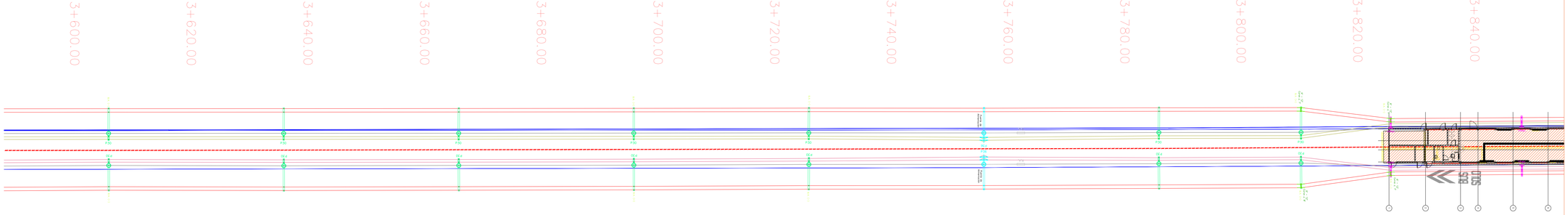
ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE

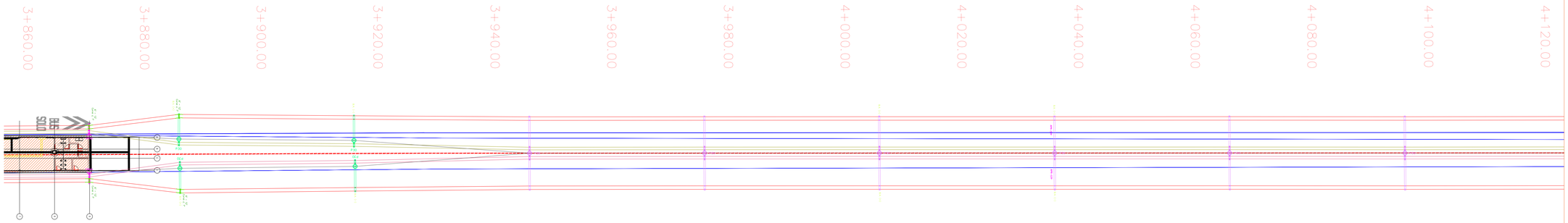
ESTACIÓN SANTA BAR

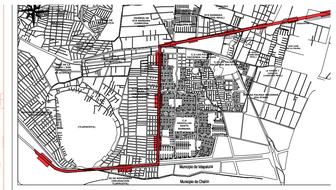
DETALLE DE CONEXIÓN Y F
LINEA AÉREA DE CONTACTO
TI-S00-001-PLA-LAC-



'BARA

JACIÓN PARA
VER PLANO:
006.1-0A





SIMBOLOGÍA

- POSTE BANDERA
- POSTE DE REMATE
- HERRAJE DE RETENIDA
- POSTE DOBLE BANDERA LARGA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- SEGMENTO DE CURVA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 3+600 A KM 4+120

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

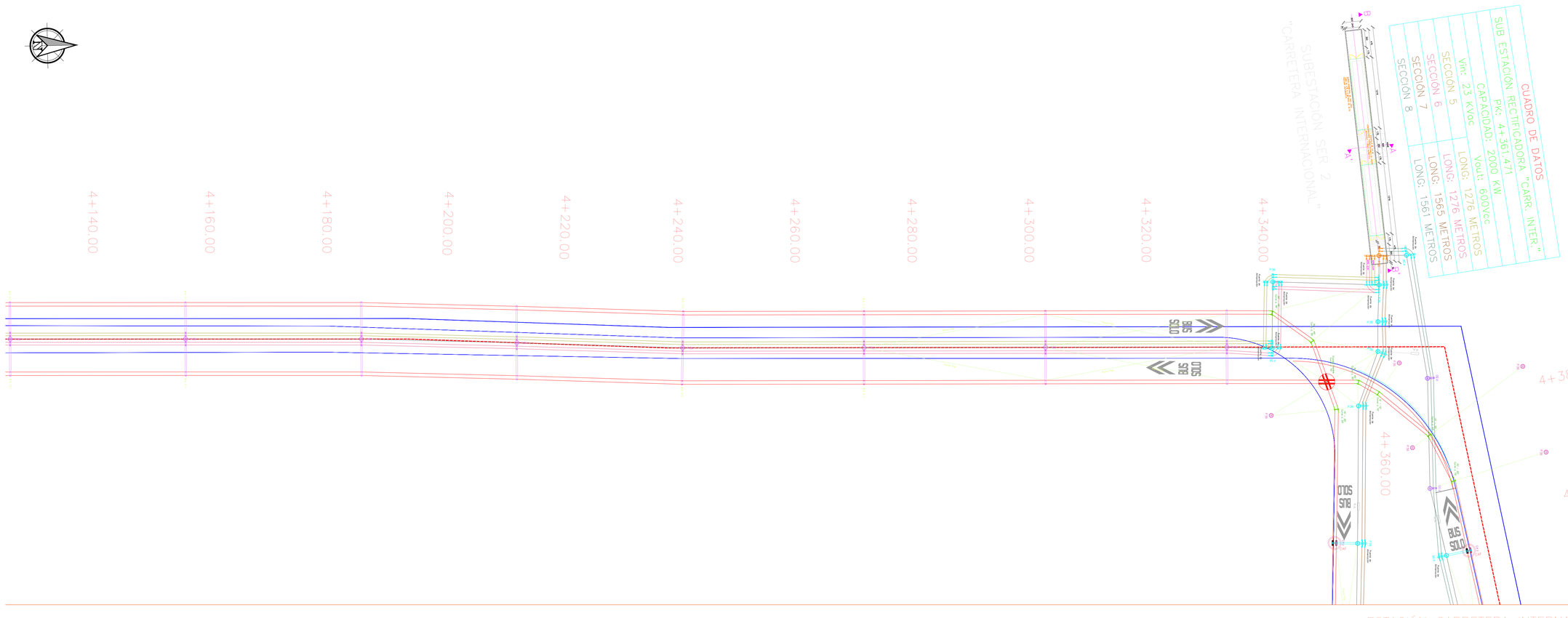
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

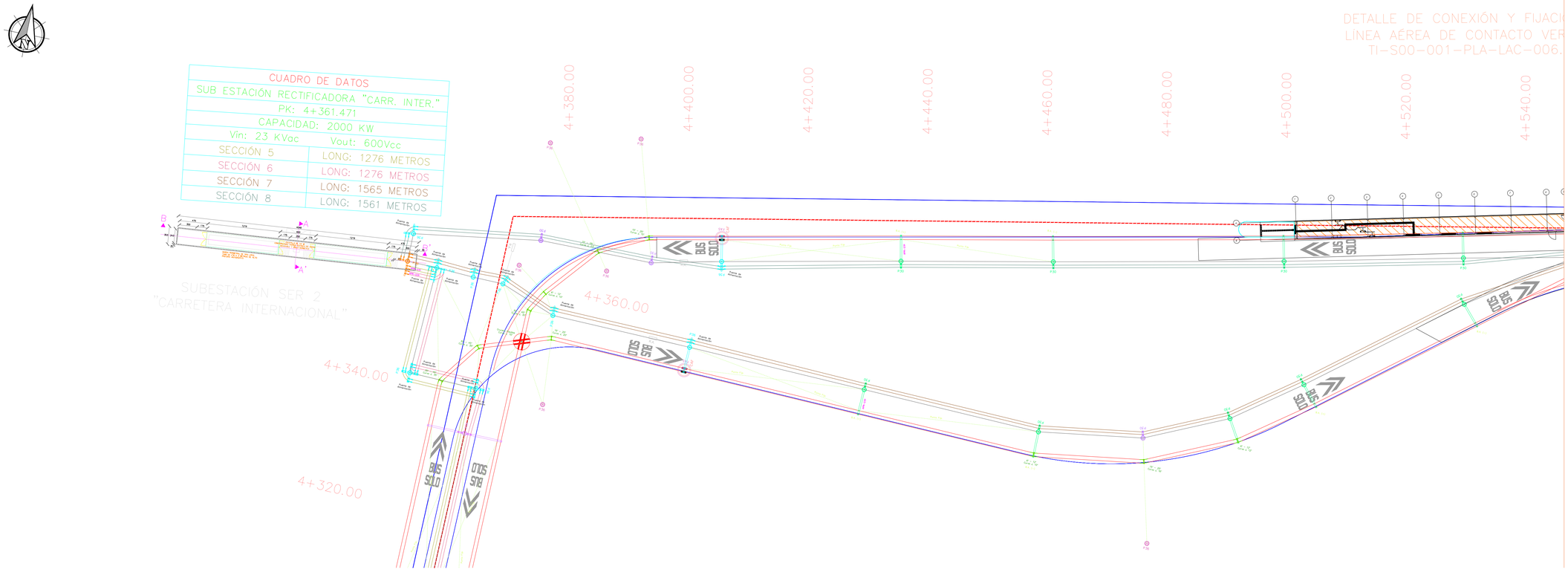
N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

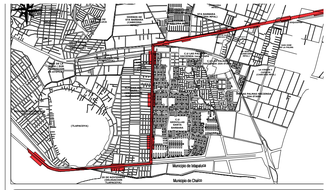
ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE







SIMBOLOGÍA

- POSTE BANDERA
- POSTE DOBLE BANDERA LARGA
- POSTE RETENIDA CON CRUCETA
- POSTE DE RETENIDA
- POSTE DE REMATE
- POSTE DE REMATE
- POSTE TIPO PERCHA
- FIBRA AISLANTE SECCIONADORA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- SEGMENTO DE CURVA
- CRUCERO FLEXIBLE
- SUB ESTACIÓN RECTIFICADORA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánicos, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectara la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 4+140 A KM 4+540

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

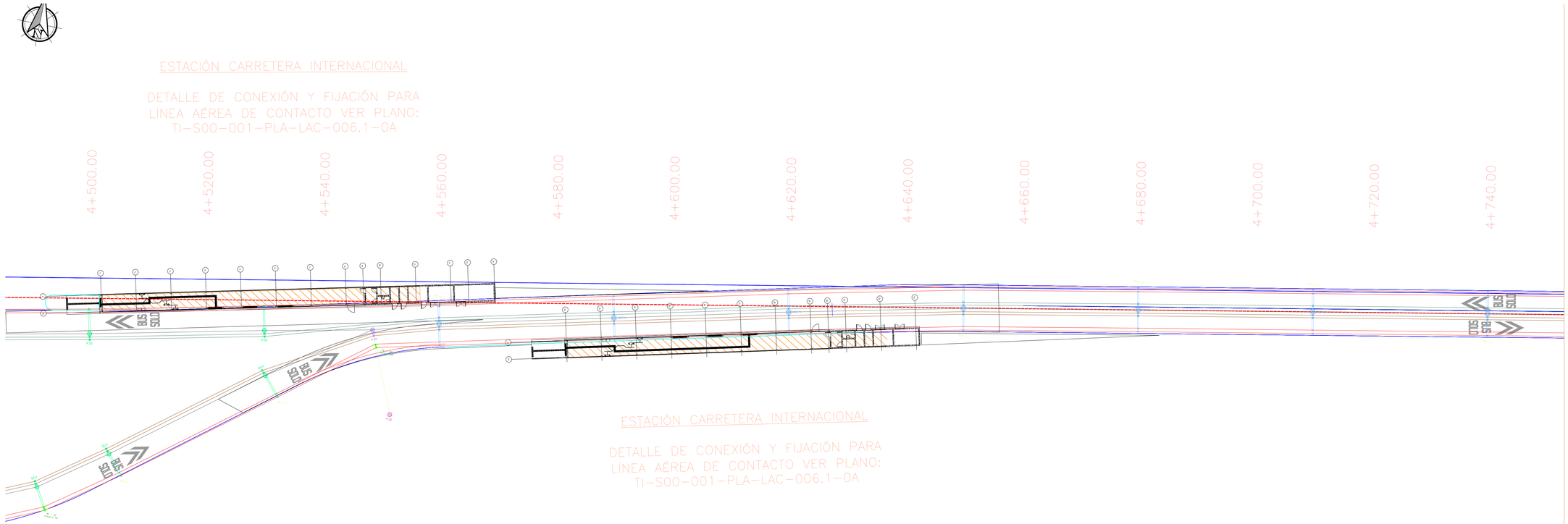
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

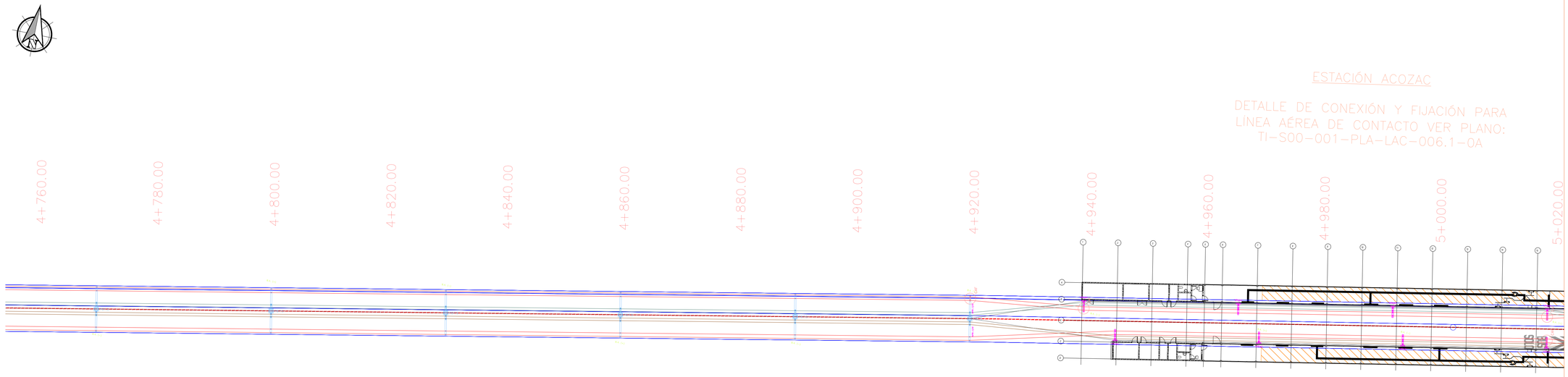
N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

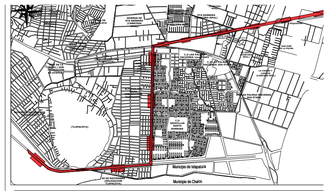
ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE







SIMBOLOGÍA

- POSTE BANDERA
- POSTE RETENIDA CON CRUCETA
- POSTE DE RETENIDA
- POSTE DOBLE MÉNSULA
- HERRAJE DE RETENIDA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- SEGMENTO DE CURVA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la contrucción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA

[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
"NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA"

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 4+500 A KM 5+000

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

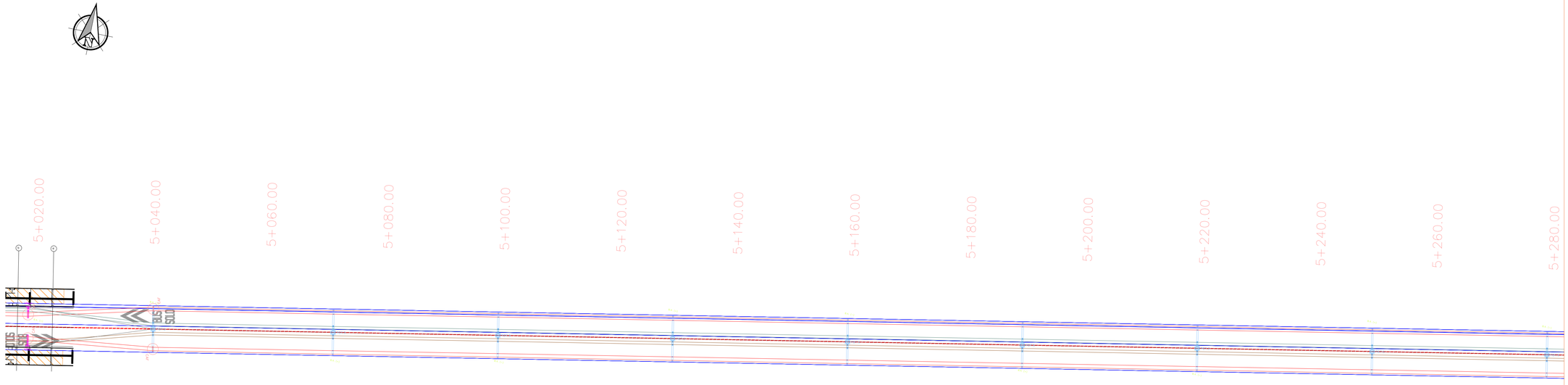
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

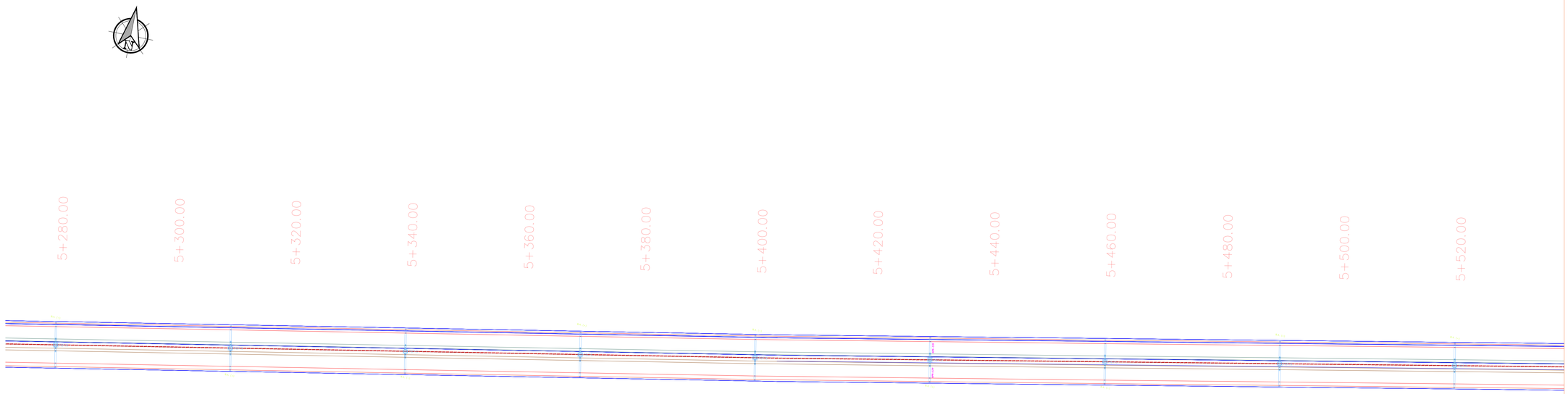
N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

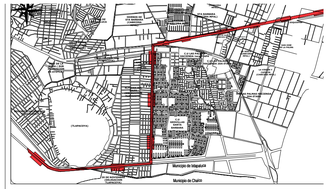
ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE







SIMBOLOGÍA

POSTE DOBLE MÉNSULA

HERRAJE DE RETENIDA

CANILLA DE AISLADORES FIJOS

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la contrucción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
"NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA"

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 5+020 A KM 5+520

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

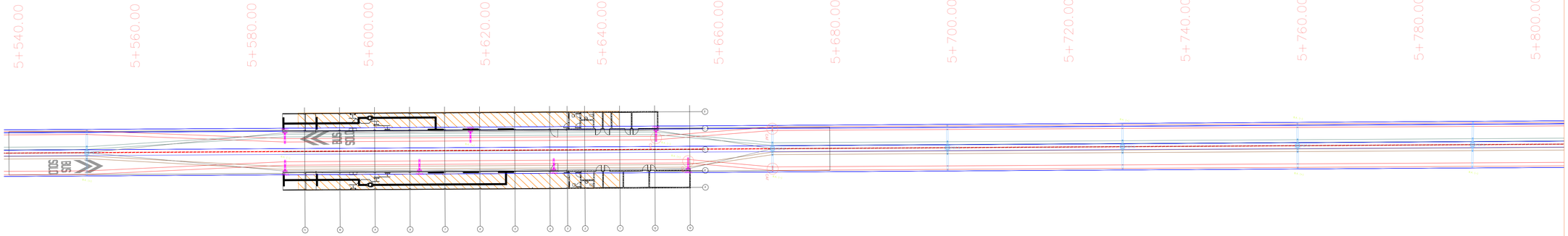
ESTADO DE PL
01

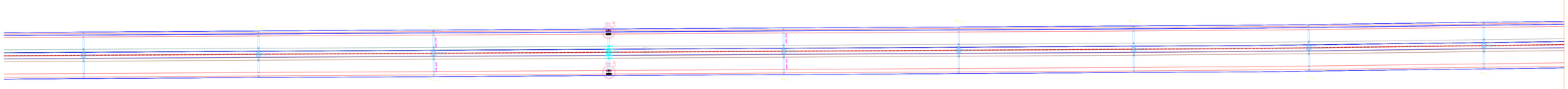
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

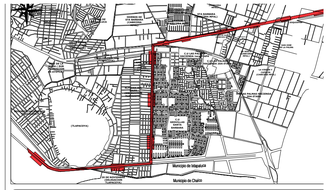
PLANO O CLAVE

ESTACIÓN VIGILANTES

DETALLE DE CONEXIÓN Y FIJACIÓN PARA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO VER PLANO: TI-S00-001-PLA-LAC-006.1-0A







SIMBOLOGÍA

- POSTE DE REMATE
- POSTE DOBLE MÉNSULA
- HERRAJE DE RETENIDA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- FIBRA AISLANTE SECCIONADORA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 5+540 A KM 6+060

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

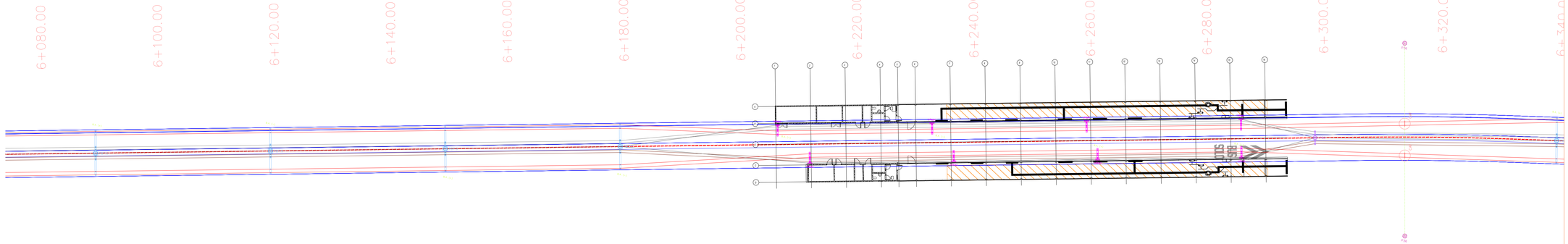
ESTADO DE PL
01

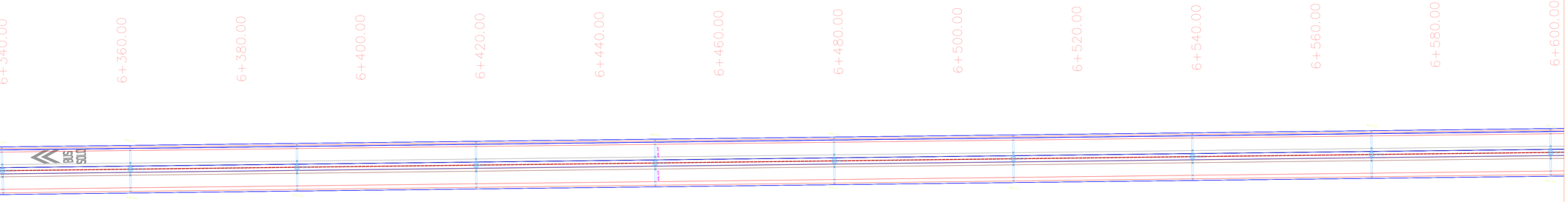
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

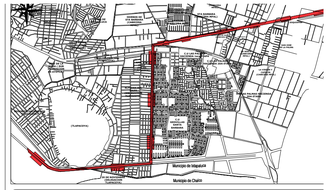
PLANO O CLAVE

ESTACIÓN IXTAPALUCA CENTRO

DETALLE DE CONEXIÓN Y FIJACIÓN PARA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO VER PLANO: TI-S00-001-PLA-LAC-006.1-0A







SIMBOLOGÍA

- POSTE DOBLE MÉNSULA
- HERRAJE DE RETENIDA
- POSTE RETENIDA CON CRUCETA DOBLE
- POSTE DE RETENIDA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 6+080 A KM 6+600

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

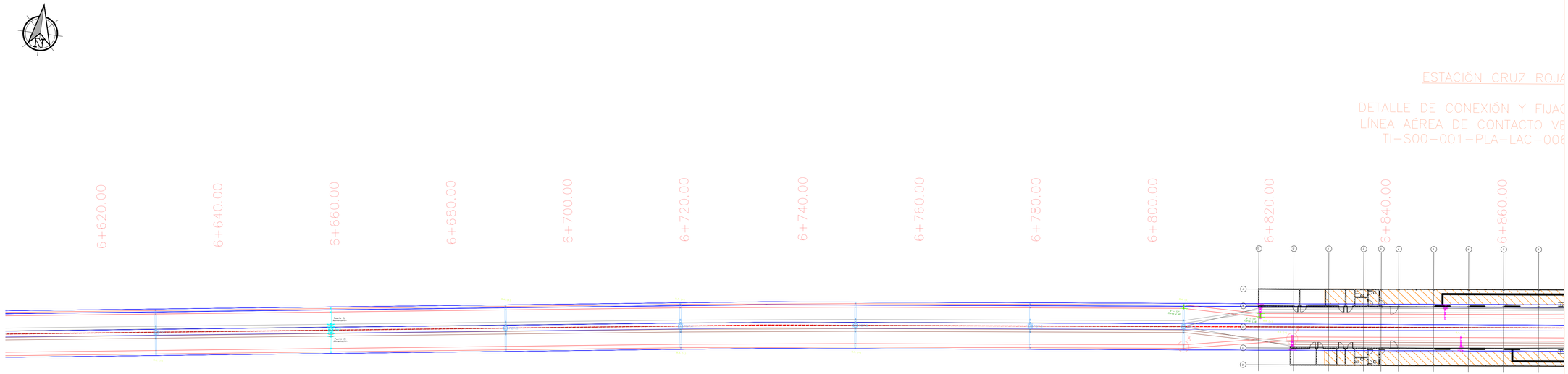
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

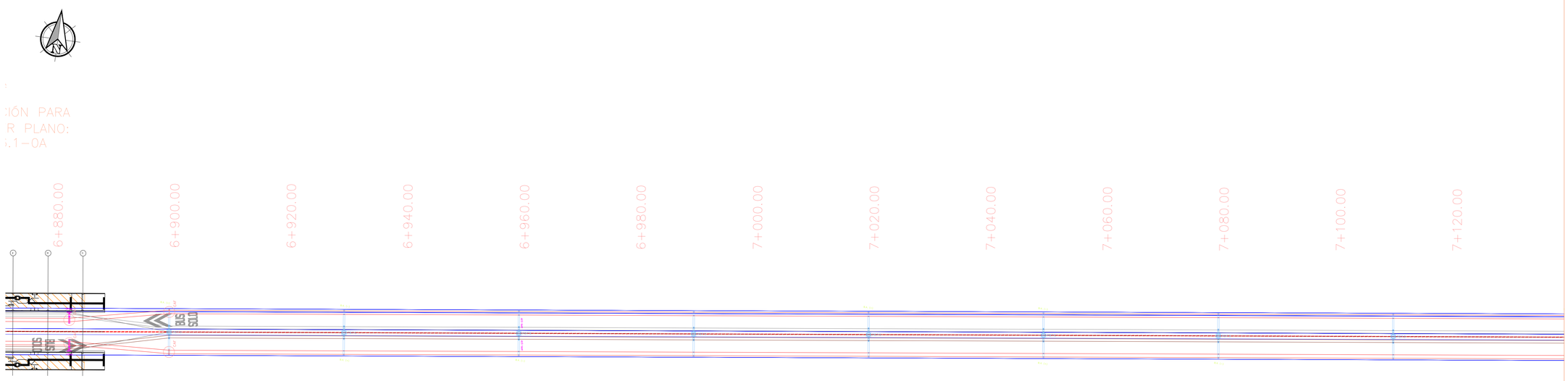
N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

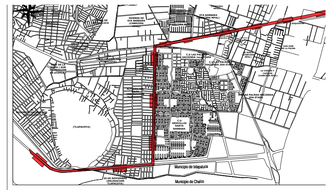
ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE







SIMBOLOGÍA

- POSTE DOBLE MÉNSULA
- POSTE DE REMATE
- HERRAJE DE RETENIDA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- SEGMENTO DE CURVA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 6+620 A KM 7+120

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

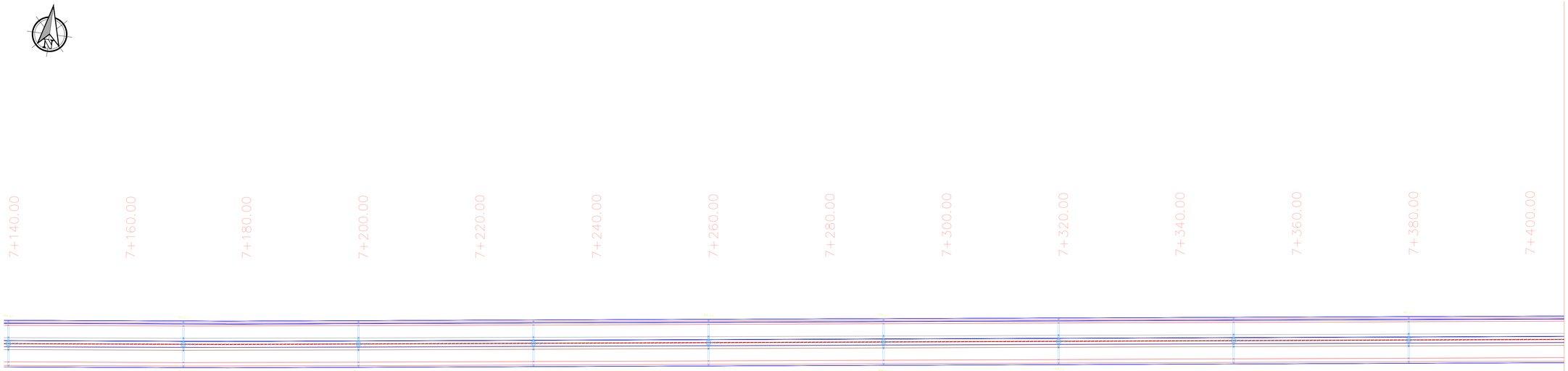
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

ESTADO DE PL
01

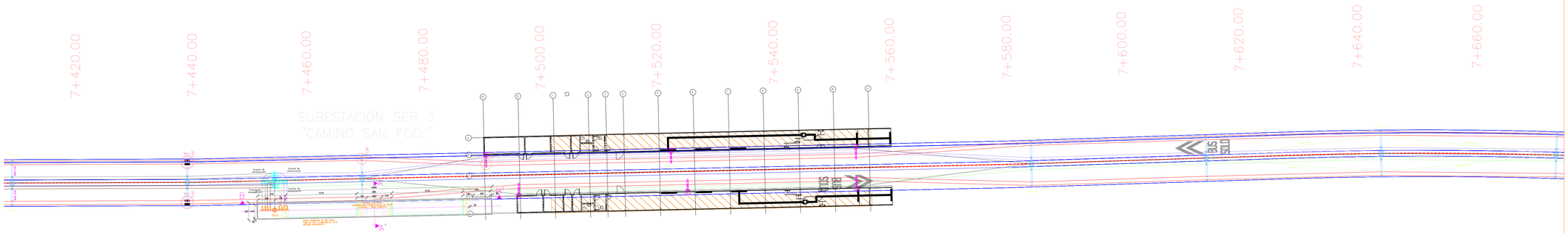
ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

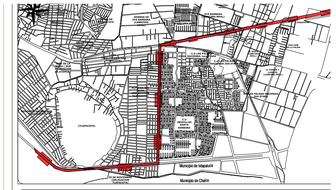
PLANO O CLAVE



CUADRO DE DATOS	
SUB ESTACIÓN RECTIFICADORA "CAMINO SAN FCO."	
PK: 7+471.119	
CAPACIDAD: 2000 KW	
Vin: 23 KVac	Vout: 600Vcc
SECCIÓN 9	LONG: 1550 METROS
SECCIÓN 10	LONG: 1551 METROS
SECCIÓN 11	LONG: 1821 METROS
SECCIÓN 12	LONG: 1562 METROS

ESTACIÓN CAMINO SAN FRANCISCO
DETALLE DE CONEXIÓN Y FIJACIÓN PARA
LÍNEA AÉREA DE CONTACTO VER PLANO:
TI-S00-001-PLA-LAC-006.1-0A





SIMBOLOGÍA

- POSTE DOBLE MÉNSULA
- HERRAJE DE RETENIDA
- POSTE DE REMATE
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- POSTE TIPO PERCHA
- FIBRA AISLANTE SECCIONADORA
- SUB ESTACIÓN RECTIFICADORA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA (POR CONVENIO/DEFENSA)
NOMBRE_APELLIDOS_
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE
NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 7+140 A KM 7+660

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

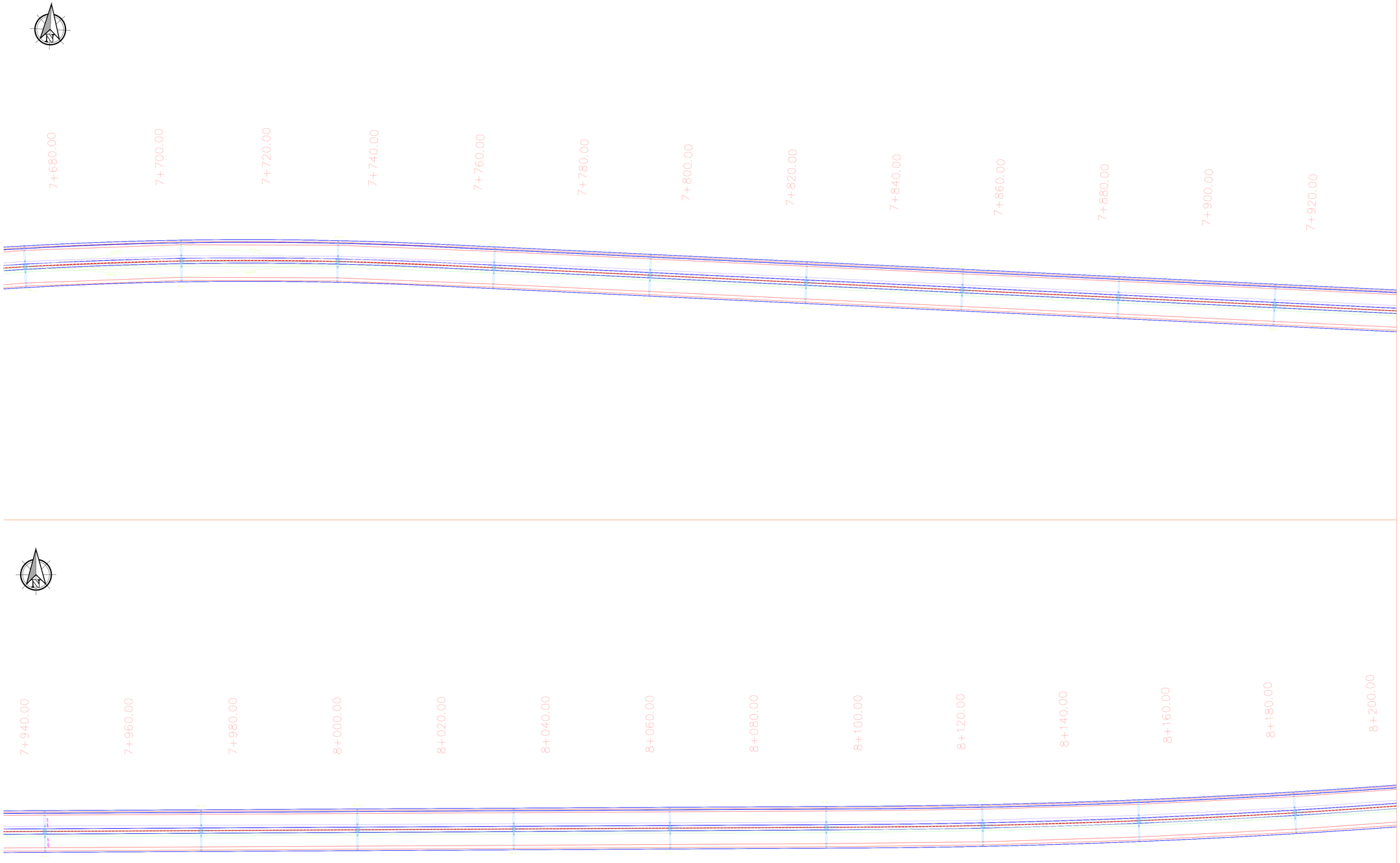
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

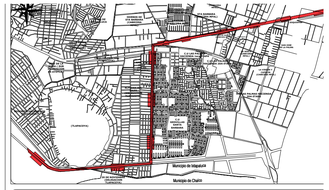
N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE





SIMBOLOGÍA

POSTE DOBLE MÉNSULA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectara la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 7+680 A KM 8+200

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

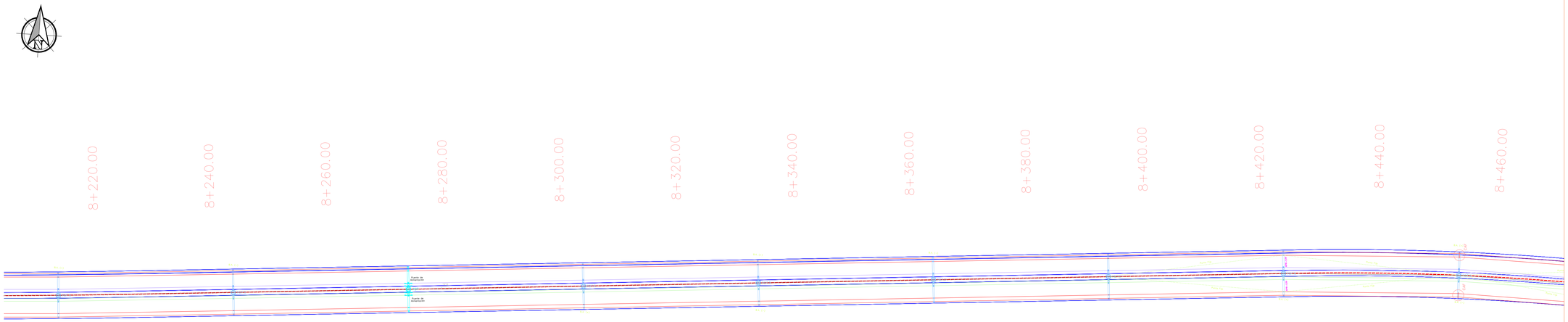
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

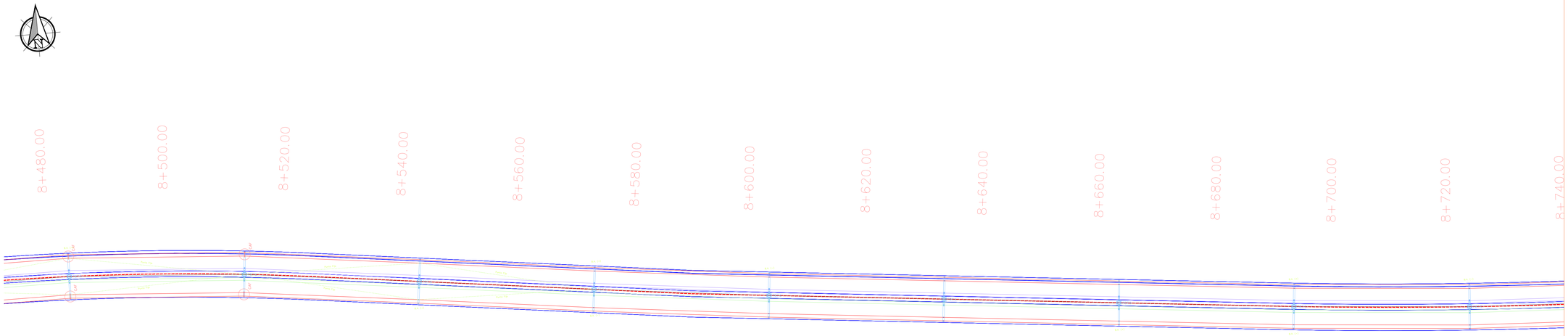
N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

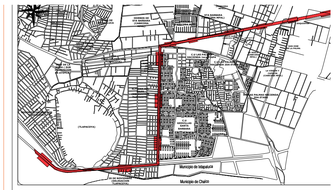
ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE







SIMBOLOGÍA

POSTE DOBLE MÉNSULA

POSTE DE REMATE

CANILLA DE AISLADORES FIJOS

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA

[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 8+220 A KM 8+720

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

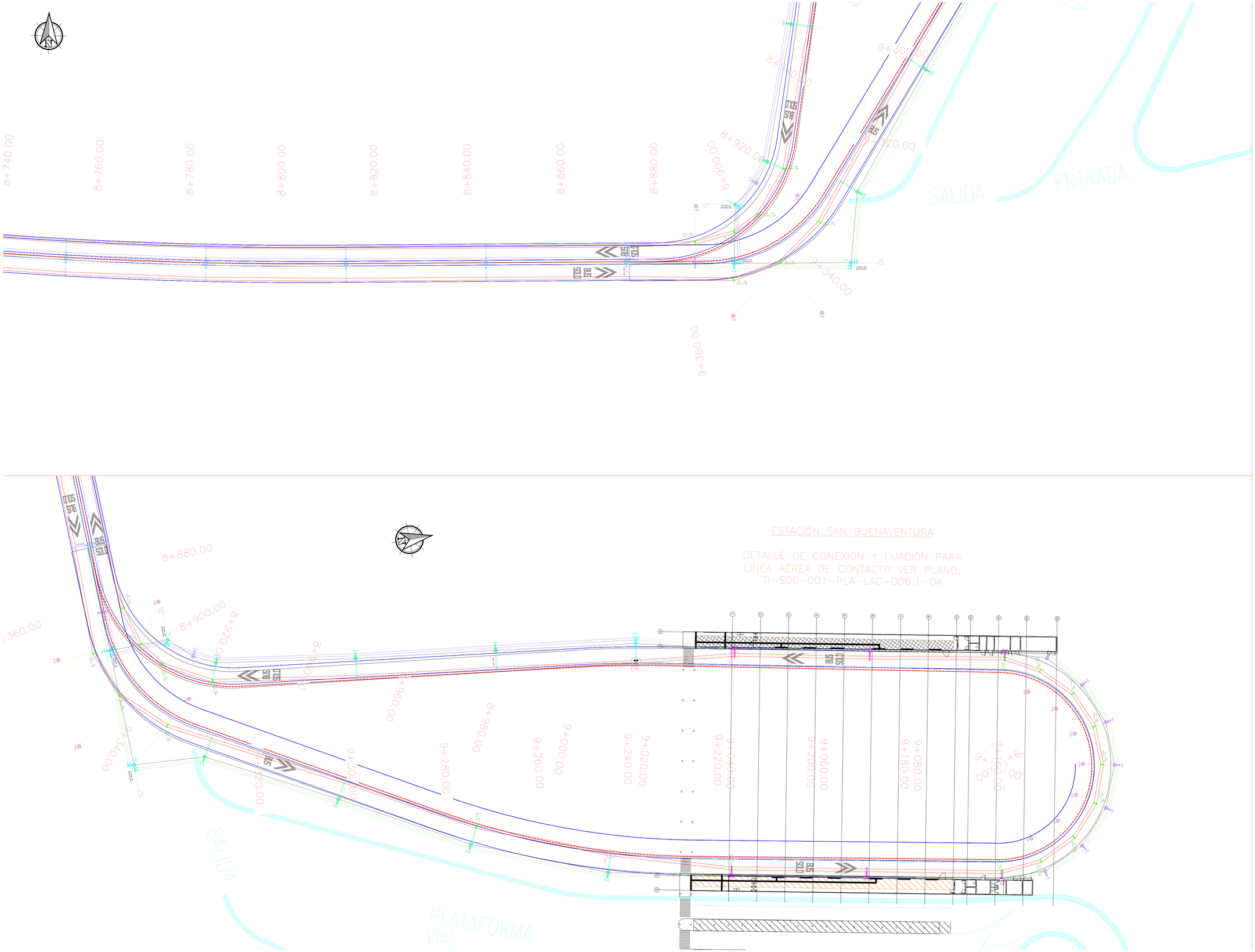
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

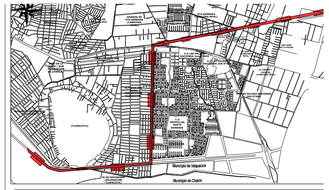
N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE





SIMBOLOGÍA

- POSTE DOBLE MÉNSULA
- POSTE BANDERA
- POSTE RETENIDA CON CRUCETA DOBLE
- POSTE RETENIDA CON CRUCETA
- POSTE DE RETENIDA
- POSTE DE REMATE
- POSTE DE REMATE
- HERRAJE DE RETENIDA
- FIBRA AISLANTE SECCIONADORA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- SEGMENTO DE CURVA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánicos, segmentos de curva y cruceros, empleados para la contrucción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA (POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 9+740 A KM 9+360

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

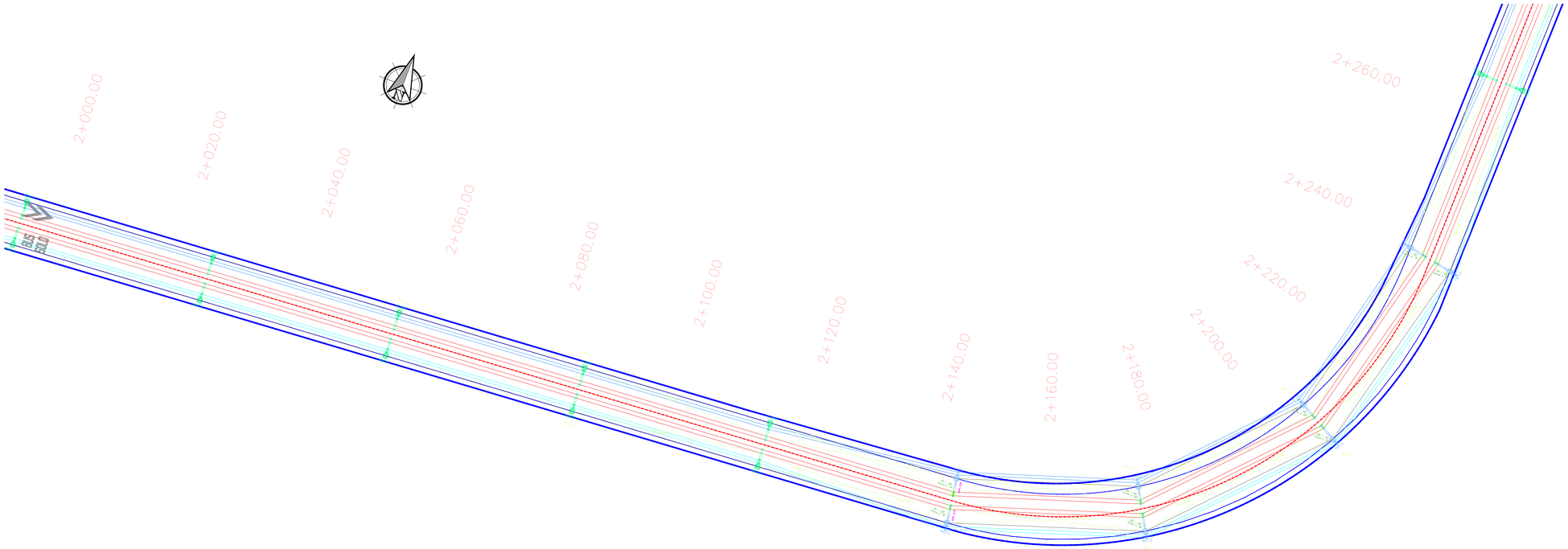
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

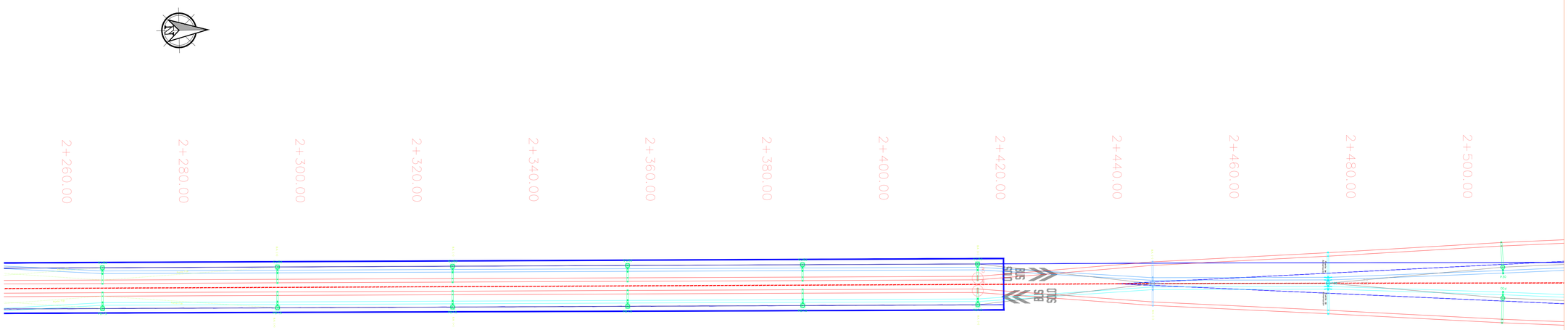
N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

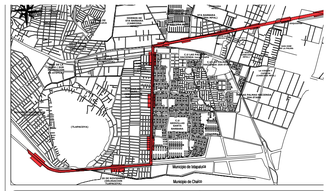
ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE







SIMBOLOGÍA

- POSTE BANDERA
- POSTE BANDERA CON SUPER BRAZO
- POSTE DOBLE MÉNSULA
- POSTE DE REMATE
- POSTE BANDERA
- SEGMENTO DE CURVA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

NOTAS

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 2+000 A KM 2+500

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE

ESTACIÓN CASETA VIEJA

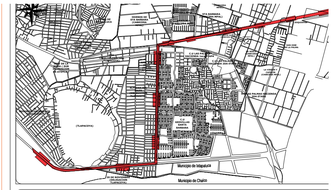
DETALLE DE CONEXIÓN Y FIJACIÓN PARA LINEA AÉREA DE CONTACTO VER PLANO: TI-S00-001-PLA-LAC-006.1-0A

0-040.00 0-020.00 0+000.00 0+020.00 0+040.00 0+060.00 0+080.00 0+100.00 0+120.00 0+140.00 0+200.00 0+220.00

RAMPA DE ACCESO A ESTACIÓN

DETALLE DE CONEXIÓN Y FIJACIÓN PARA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO VER PLANO: TI-S00-001-PLA-LAC-004-0A PLAN-REF-LAC-02

0+200.00 0+220.00 0+240.00 0+260.00 0+280.00 0+300.00 0+320.00 0+340.00 0+360.00 0+380.00 0+400.00 0+420.00 0+440.00 0+460.00 0+480.00



SIMBOLOGÍA

- POSTE BANDERA DE BRAZO CORTO
- HERRAJE DE RETENIDA
- POSTE DE REMATE
- POSTE DE REMATE
- POSTE DOBLE MÉNSULA
- POSTE DE RETENIDA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- FIBRA AISLANTE SECCIONADORA
- SEGMENTO DE CURVA
- CRUCERO FLEXIBLE
- APARATO DE CAMBIO

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectara la disposició los elementos de la linea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA (POR CONVENIO/DEFENSA)	APRUEBA ADMINISTRATIVAMENTE
NOMBRE_APELLIDOS_ CARGO_REPRESENTANTE	NOMBRE_APELLIDOS UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA [redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 0-040 A KM 0+460

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

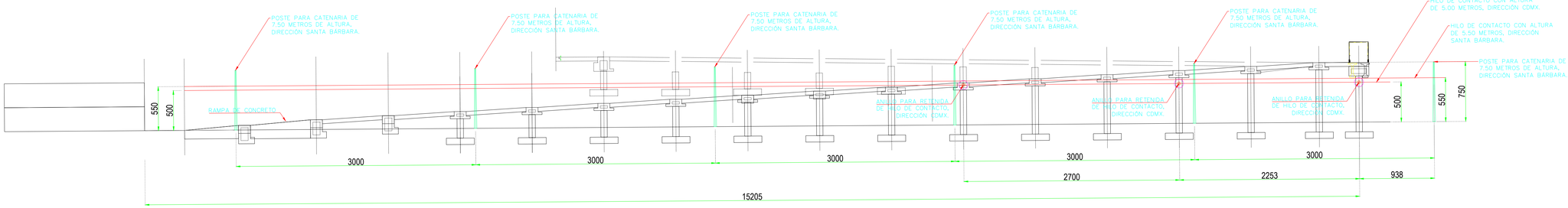
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

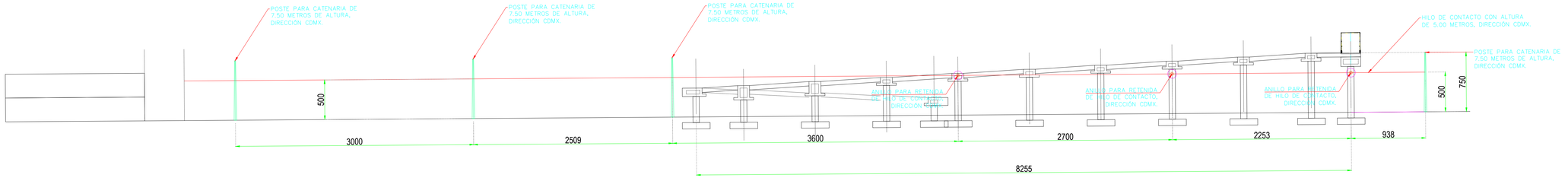
ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

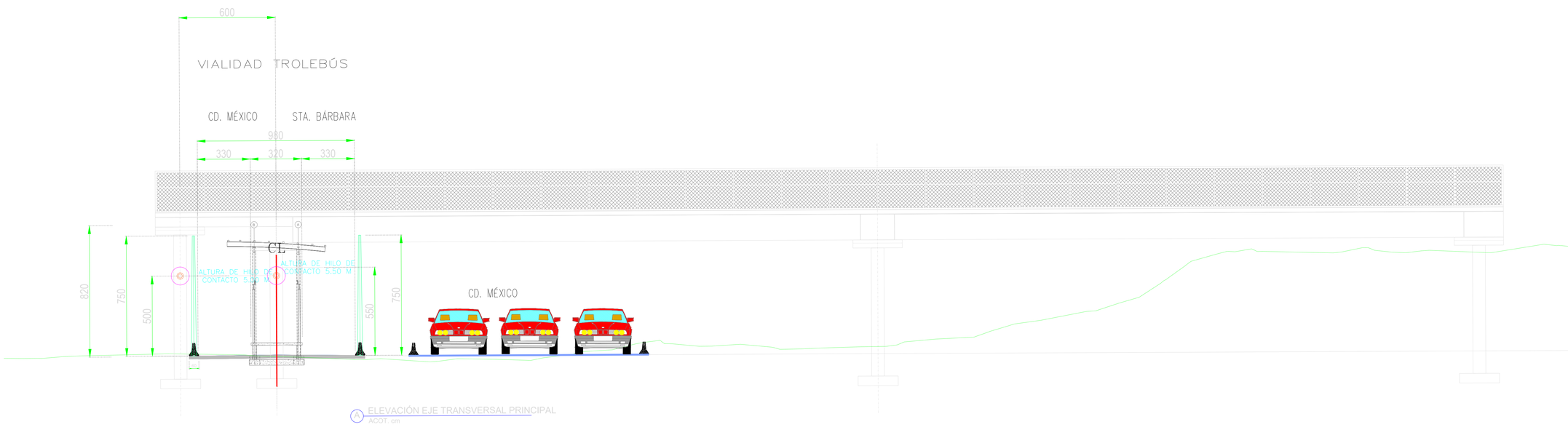
PLANO O CLAVE



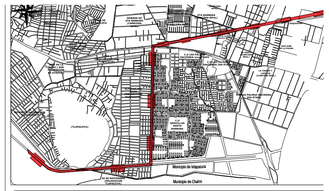
A ELEVACIÓN ACCESO A LA ESTACION
ACOT. cm



B ELEVACIÓN ACCESO A BAJO PUENTE
ACOT. cm



A ELEVACIÓN EJE TRANSVERSAL PRINCIPAL
ACOT. cm



SIMBOLOGÍA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la contrucción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD: **LAC**
TRAMO/PK: **N/A**
ESC.: **N/A**
ACOT.: **N/A**

UBICACIÓN

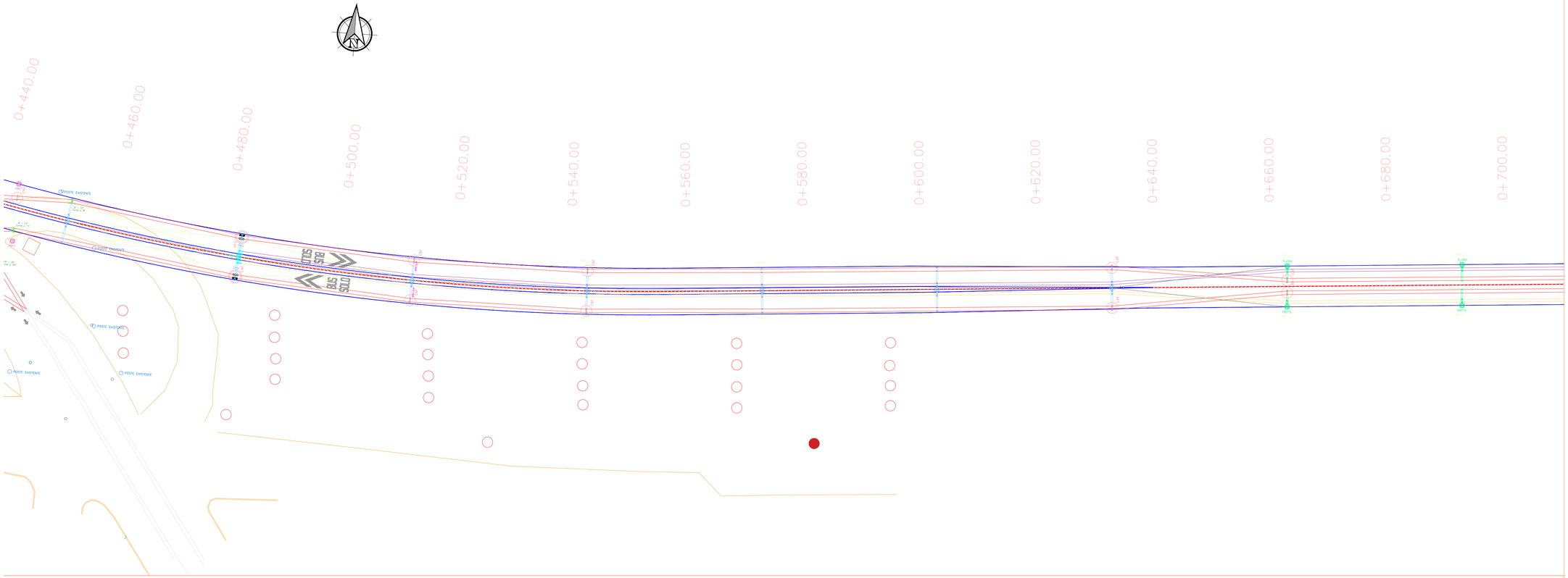
FECHA: **MAYO 2026**
REVISIÓN: **S00**

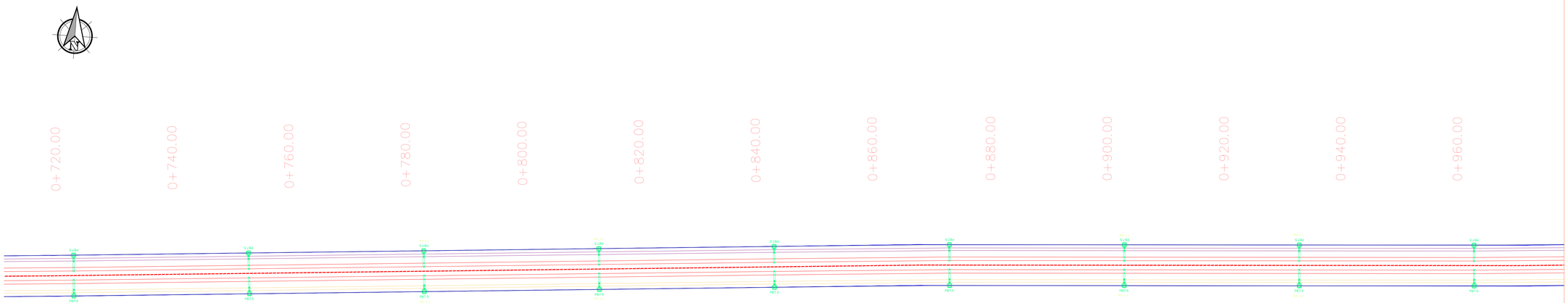
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

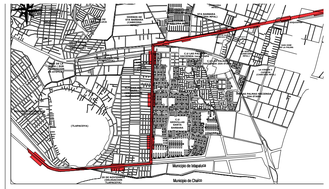
N° DE PROYECTO: ARTF/027/09/2025
ESTADO DE PL: **01**

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE







SIMBOLOGÍA

POSTE BANDERA

POSTE DE REMATE

POSTE DOBLE MÉNSULA

CANILLA DE AISLADORES FIJOS

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 0+460 A KM 0+960

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

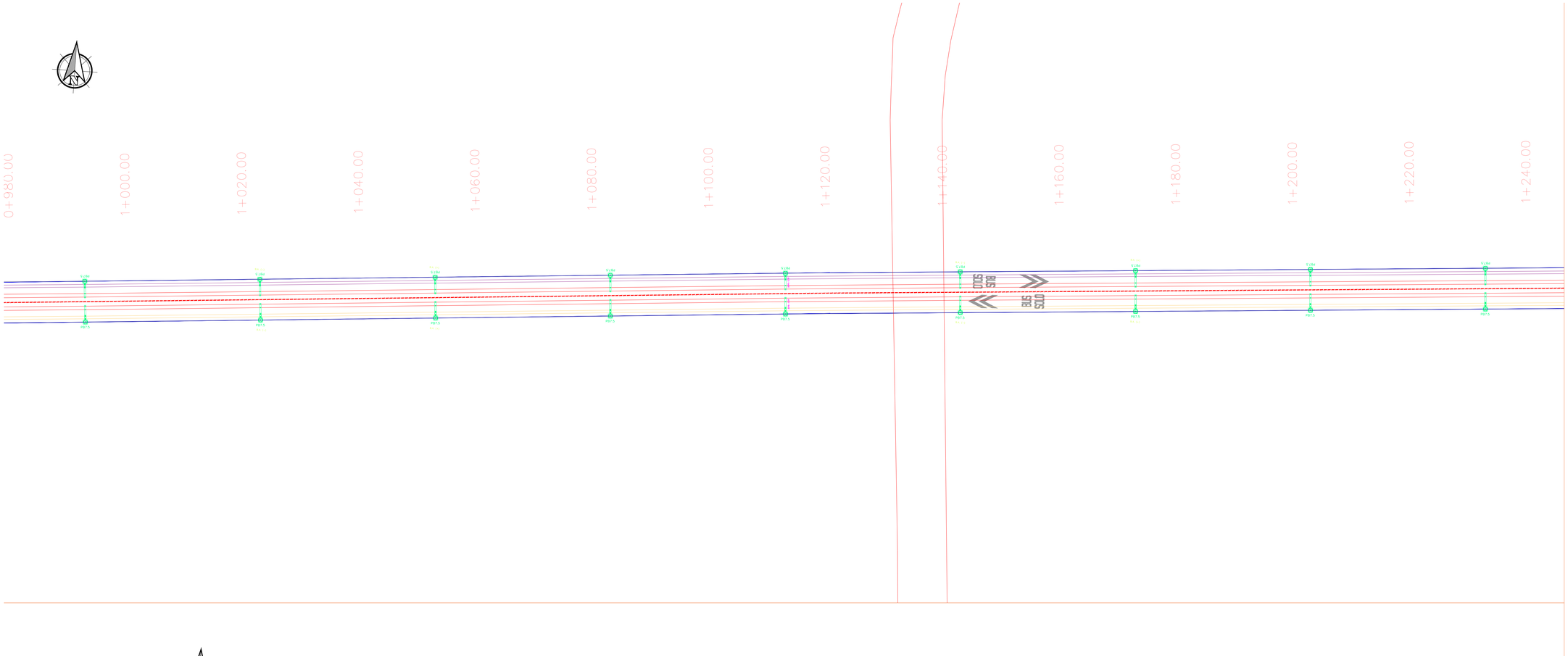
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

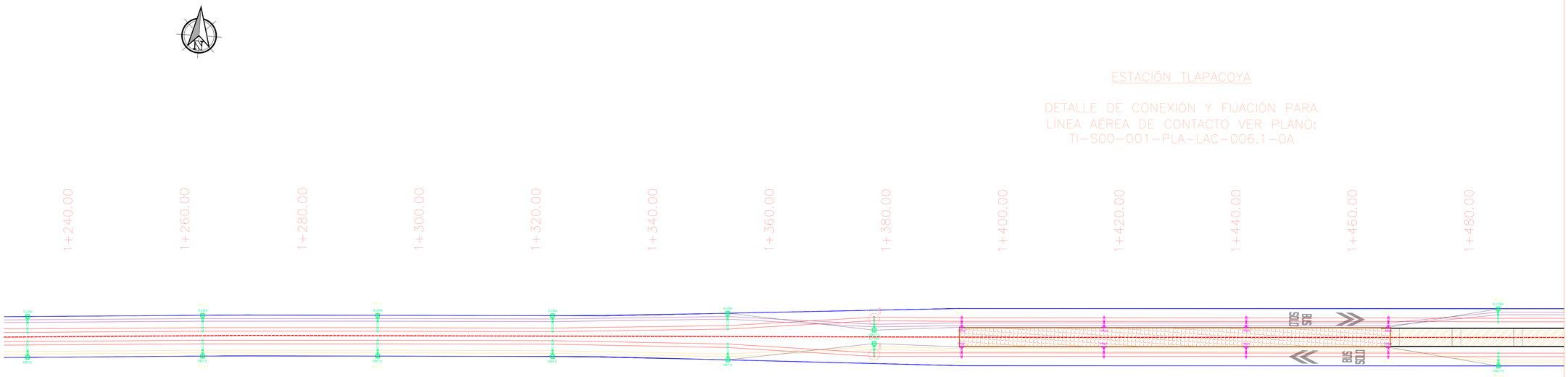
N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

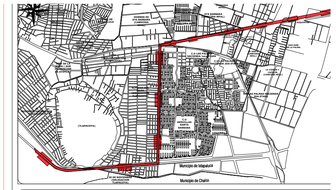
PLANO O CLAVE





ESTACIÓN TLAPACOYA

DETALLE DE CONEXIÓN Y FIJACIÓN PARA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO VER PLANO: TI-S00-001-PLA-LAC-006.1-0A



SIMBOLOGÍA

- POSTE BANDERA DE BRAZO CORTO
- HERRAJE DE RETENIDA
- POSTE BANDERA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 0+980 A KM 1+480

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

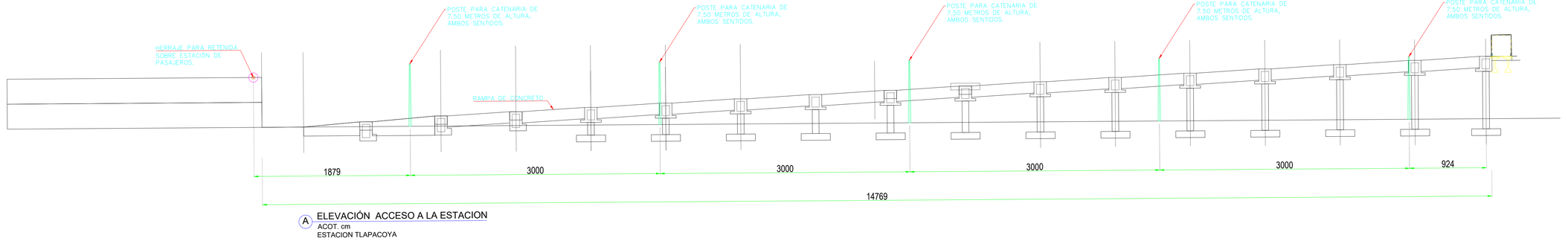
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

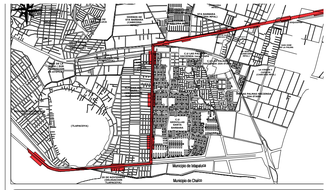
ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE



A ELEVACIÓN ACCESO A LA ESTACION
ACOT. cm
ESTACION TLAPACOYA



SIMBOLOGÍA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectara la disposició los elementos de la linea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
N/A

ESC.
N/A

ACOT.
N/A

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

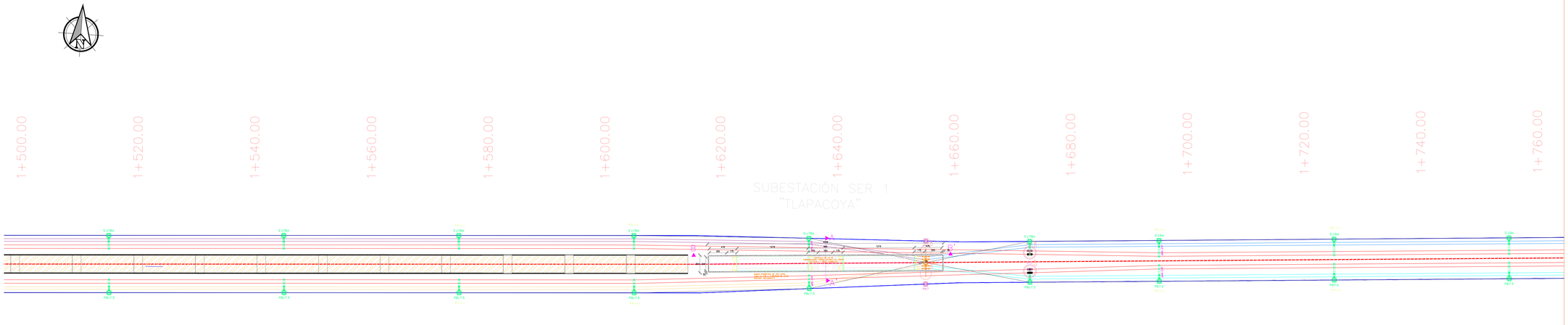
NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

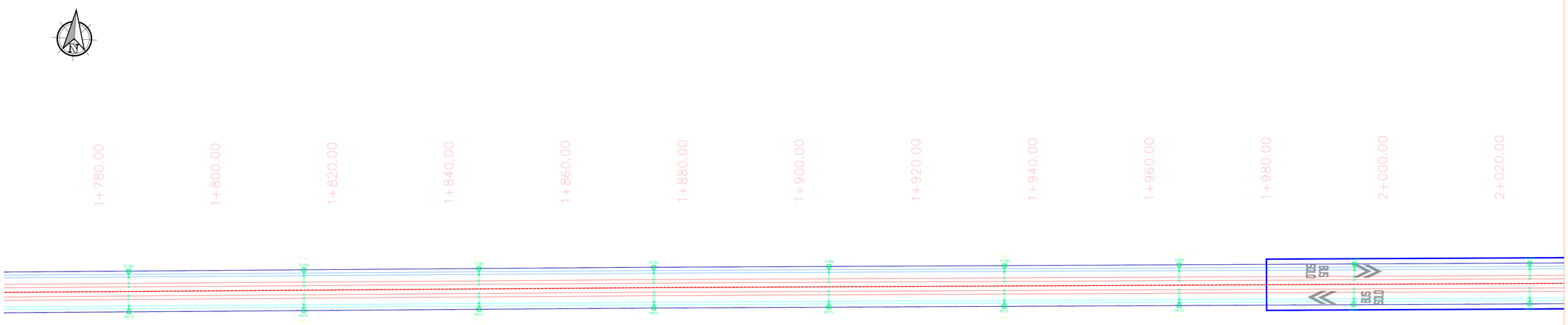
PLANO O CLAVE

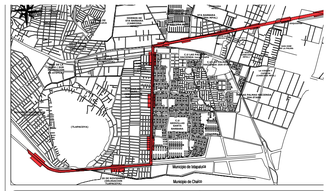


RAMPA DE ACCESO A ESTACIÓN

DETALLE DE CONEXIÓN Y FIJACIÓN PARA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO VER PLANO: TI-S00-001-PLA-LAC-004-0A PLAN-REF-LAC-05

CUADRO DE DATOS	
SUB ESTACIÓN RECTIFICADORA "TLAPACOYA"	
PK: 1+637.84	
CAPACIDAD: 2000 KW	
Vin: 23 KVac	Vout: 600Vcc
SECCIÓN 1	LONG: 1171 METROS
SECCIÓN 2	LONG: 1171 METROS
SECCIÓN 3	LONG: 1442 METROS
SECCIÓN 4	LONG: 1454 METROS





SIMBOLOGÍA

- POSTE BANDERA DE BRAZO CORTO
- POSTE BANDERA
- POSTE DE RETENIDA
- POSTE TIPO PERCHA
- SUB ESTACIÓN RECTIFICADORA
- CANILLA DE AISLADORES FIJOS
- FIBRA AISLANTE SECCIONADORA

NOTAS DE PLANO

Para la construcción del proyecto se deberán de tom ar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los materiales de fijación, aislamiento, conexión y distribución, así como aparatos especiales de ca electromecánico, cambio mecánico, segmentos de curva y cruceros, empleados para la construcción del proy deberán de ser compatibles con los actualmente instalados en la Red de Tracción de Trolebús operada por el Servic Transportes Eléctricos de la Ciudad de México. Los materiales empleados no deberán de presentar variaci dimensionales que dificulten o impidan su correcta instalación y montaje, evitando la incompatibilidad de los materi con lo cual se incrementan los niveles de fiabilidad operativa de la red de suministro eléctrico, así como la prolongi de la vida útil de los materiales.

2. El proyecto considera en servicio de transporte eléctrico limitándose en su naplicación la NOM-001-SEDE-2012, p cual deberá de referenciarse al marco normativo internacional, contemplado en:

ANSI C34.2 - American National Standars Institute
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
ISO - International Standars Organization
IEC - Standar 146
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
AREMA - American Railway Engineering Maintenance of Way Association
ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias

3. Deberá de considerarse para la implementación del proyecto todos los recursos materiales especializados para su en sistemas de transporte de tracción eléctrica en niveles de voltaje de 600 Vcc.

4. La modificación en el trazo final, durante la ejecución del proceso constructivo de obra civil, afectará la disposició los elementos de la línea por lo que en la cuantificación de los recursos materiales y humanos, deberán de ajustars acuerdo al desarrollo del mismo.

HISTORIAL DE REVISIONES

ID.	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN
S00	DD/MM/AAA	EMISION INICIAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

AGENCIA DE TRENES TRANSPORTE PÚBLIC INTEGRADO

PARA USO EXCLUSIVO DE LA ATTRAPI

"De conformidad con lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Srvicio Ferroviario y su Reglamento, esta Agencia a través de la Unidad de Proyectos Ferroviarios, está en la posibilidad de emitir la FACTIBILIDAD TÉCNICA A LA INTEGRACIÓN CUANTITATIVA Y DOCUMENTAL DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN AL PROYECTO DE INGENIERÍA BÁSICA, siendo el presente plano y/o anexo parte del mismo, quedando baj responsabilidad absoluta del propietario su construcción, funcionamiento y comportamient futuro".

APRUEBA
(POR CONVENIO/DEFENSA)

NOMBRE_APELLIDOS
CARGO_REPRESENTANTE

APRUEBA
ADMINISTRATIVAMENTE

NOMBRE_APELLIDOS
UNIDAD DE PROYECTOS FERROVIARIOS
ATTRAPI

PARA USO EXCLUSIVO DE DEFENSA

ICA

PROYECTISTA
[redacted]

TÍTULO DEL PLANO
TRAZO LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

APROBÓ
MINERVA TELLEZ CALDERÓN

VALIDÓ
Checker

REALIZÓ
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PROYECTISTA

ESPECIALIDAD
LAC

TRAMO/PK
KM 1+500 A KM 2+020

ESC.
1:350

ACOT.
METRO

UBICACIÓN

FECHA
MAYO 2026

REVISIÓN
S00

NOMBRE DEL PROYECTO
PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCION DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO

N° DE PROYECTO
ARTF/027/09/2025

ESTADO DE PL
01

ID ARCHIVO ELECTRÓNICO
IX-TTT-CICA-02-V00-PLA-CTN-0009-S00.dwg

PLANO O CLAVE



“PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR CON AUTOBUSES DE ALTA CAPACIDAD TIPO TROLEBÚS EN IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO”

ANEXO II

CATÁLOGO FOTOGRÁFICO DE ESPECIES DE FLORA

AGAVE AMERICANA
MAGUEY BLANCO



- **Orden:** Asparagales
- **Familia:** Asparagaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

AGAVE SALMIANA
MAGUEY PULQUERO



- **Orden:** Asparagales
- **Familia:** Asparagaceae
- **Distribución:** Endémica

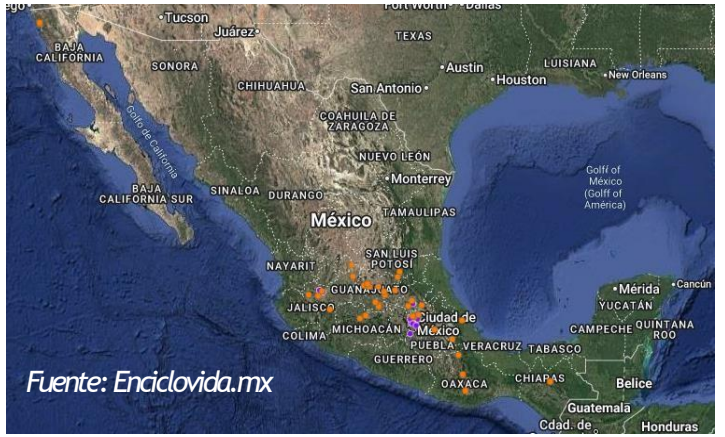


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

ALOE ARBORESCENS
SÁBILA



- **Orden:** Asparagales
- **Familia:** Asphodelaceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

ARAUCARIA COLUMNARIS
ARAUCARIA



- **Orden:** Araucariales
- **Familia:** Araucariaceae
- **Distribución:** Exótica

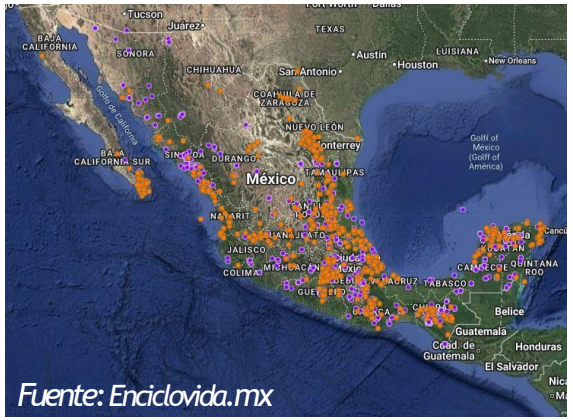


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

ARGEMONE MEXICANA
AMAPOLILLA



- **Orden:** Asparagales
- **Familia:** Papaveraceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

ARUNDO DONAX
CARRIZO ASIÁTICO



- **Orden:** Asparagales
- **Familia:** Poaceae
- **Distribución:** Exótica

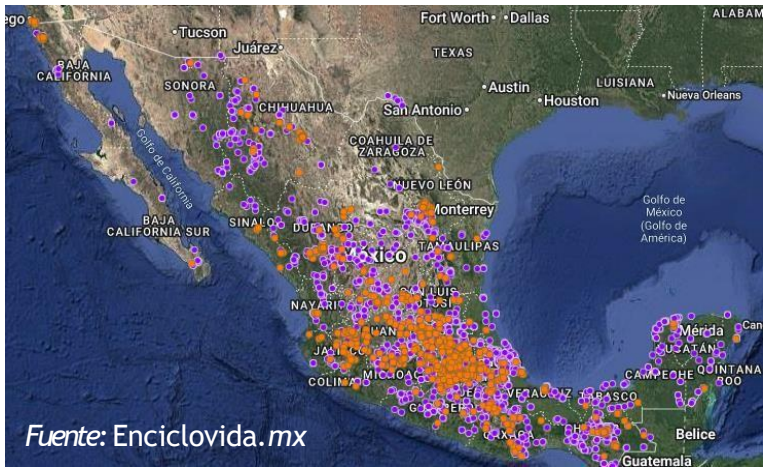


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

BIDENS ODORATA
ACAHUAL BLANCO



- **Orden:** Asterales
- **Familia:** Asteraceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

BOUGAINVILLEA GLABRA
BUGAMBILIA



- **Orden:** Asparagales
- **Familia:** Nyctaginaceae
- **Distribución:** Exótica

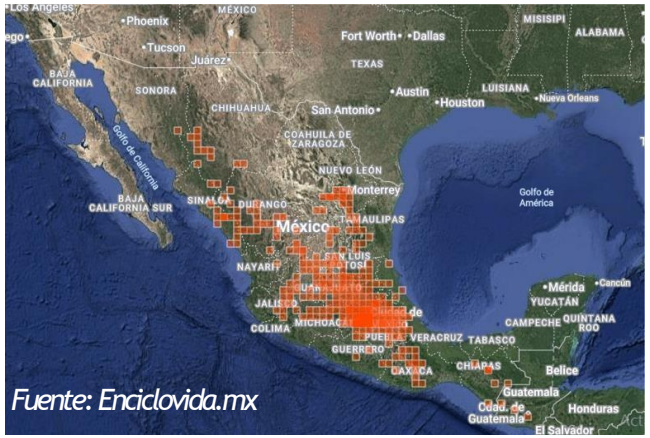


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

BUDDLEJA CORDATA
TEPOZÁN BLANCO



- **Orden:** Asparagales
- **Familia:** Scrophulariaceae
- **Distribución:** Nativa



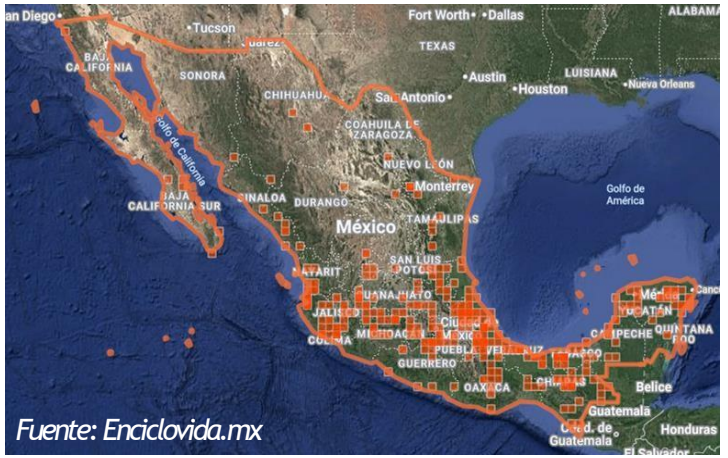
Fuente: Enciclovida.mx

- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

CANNA INDICA
PLATANILLO



- **Orden:** Asparagales
- **Familia:** Cannaceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

CASIMIROA EDULIS
ZAPOTE BLANCO



- **Orden:** Asparagales
- **Familia:** Rutaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

CASUARINA EQUISETIFOLIA
CASUARINA



- **Orden:** Asparagales
- **Familia:** Casuarinaceae
- **Distribución:** Exótica

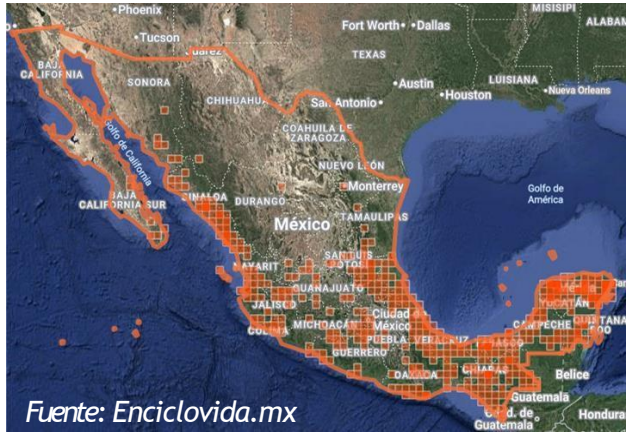


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

CEIBA PENTANDRA
CEIBA



- **Orden:** Malvales
- **Familia:** Malvaceae
- **Distribución:** Nativa

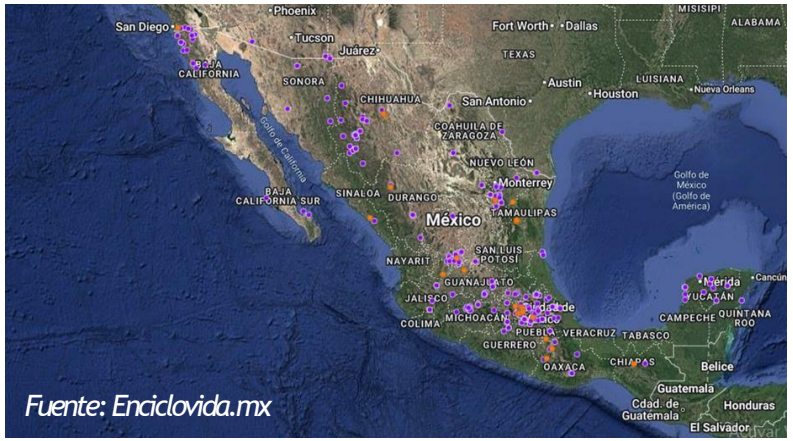


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

CHENOPODIUM BERLANDIERI
QUELITE CENIZO



- **Orden:** Caryiophyllales
- **Familia:** Amaranthaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

HESPEROCYPARIS LUSITANICA
CEDRO BLANCO



- **Orden:** Cupressales
- **Familia:** Cupressaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sujeta a Protección Especial (Pr)
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

CUPRESSUS SEMPERVIRENS
CIPRÉS



- **Orden:** Cupressales
- **Familia:** Cupressaceae
- **Distribución:** Exótica

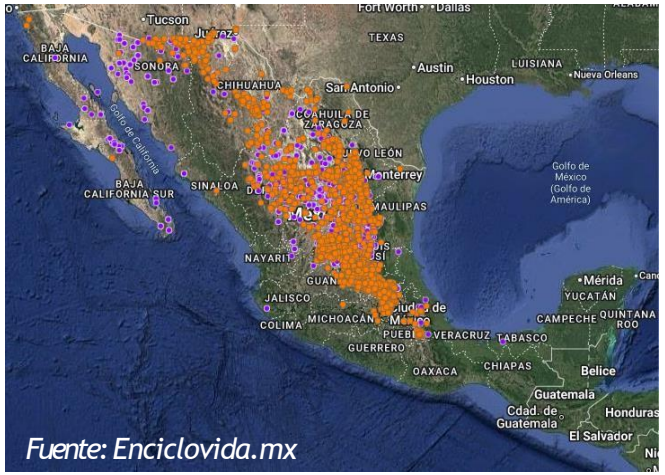


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

CYLINDROPUNTIA IMBRICATA
CARDENCHE



- **Orden:** Caryophyllales
- **Familia:** Cactaceae
- **Distribución:** Nativa



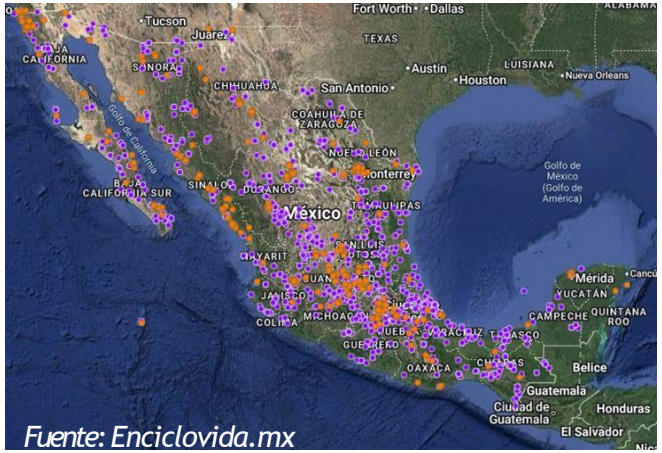
Fuente: Enciclovida.mx

- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

CYNODON DACTYLON
GALLITOS



- **Orden:** Poales
- **Familia:** Poaceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

ERIOBOTRYA JAPONICA
NÍSPERO



- **Orden:** Rosales
- **Familia:** Rosaceae
- **Distribución:** Exótica

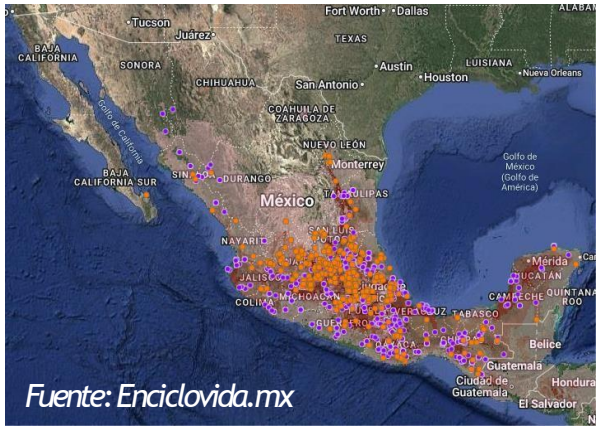


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

ERYTHRINA AMERICANA
COLORÍN



- **Orden:** Fabales
- **Familia:** Fabaceae
- **Distribución:** Endémica

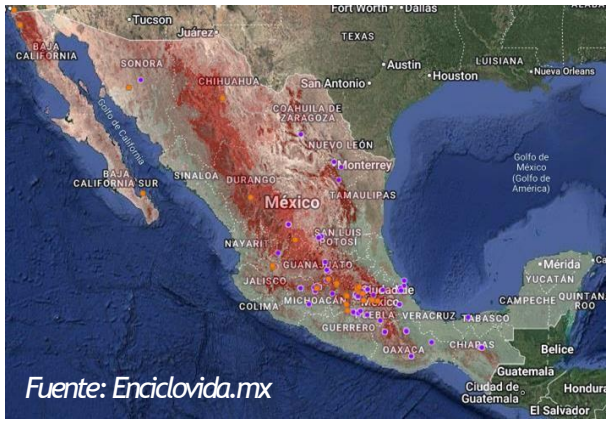


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Amenazada
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

EUCALYPTUS GLOBULUS
EUCALIPTO



- **Orden:** Myrtales
  - **Familia:** Myrtaceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least concern
- **CITES:** Sin categoría

EUPHORBIA LACTEA
LECHERO ASIÁTICO



- **Orden:** Malpighiales
  - **Familia:** Euphorbiaceae
- **Distribución:** Exótica

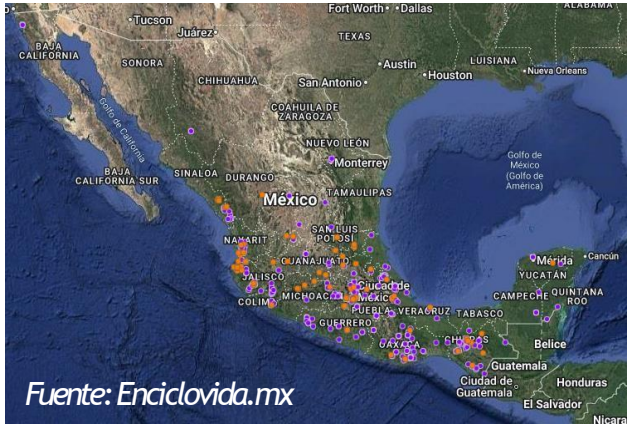


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Datos insuficientes
- **CITES:** Apéndice II

EUPHORBIA PULCHERRIMA
NOCHEBUENA



- **Orden:** Malpighiales
  - **Familia:** Euphorbiaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Apéndice II

FICUS BENJAMINA
FICUS



- **Orden:** Rosales
- **Familia:** Moraceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Sin categoría
- **CITES:** Sin categoría

FICUS CARICA
HIGUERA



Orden: Rosales

Familia: Moraceae

Distribución: Exótica



NOM-059-SEMARNAT-2010: Sin Clasificación

UICN: Sin categoría

CITES: Sin categoría

FICUS ELASTICA
HULE



- **Orden:** Rosales
- **Familia:** Moraceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Sin categoría
- **CITES:** Sin categoría

FICUS MICROCARPA
LAUREL



- **Orden:** Rosales
- **Familia:** Moraceae
- **Distribución:** Exótica

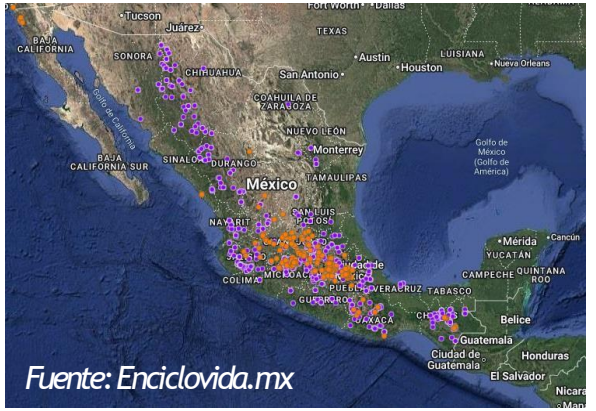


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Sin categoría
- **CITES:** Sin categoría

FRAXINUS UHDEI
FRESNO



- **Orden:** Lamiales
- **Familia:** Oleaceae
- **Distribución:** Nativa

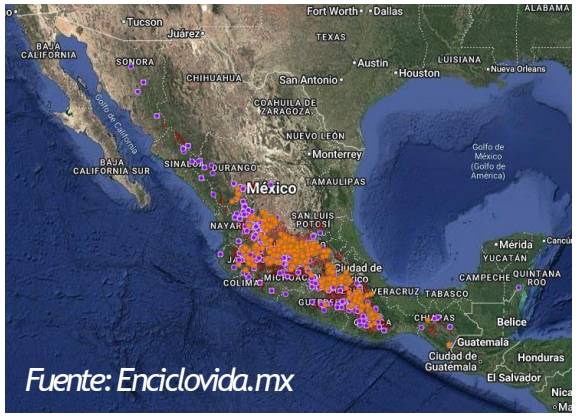


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** LeastConcern
- **CITES:** Sin categoría

IPOMOEA MURUCOIDES
CAZAHUATE



- **Orden:** Solanales
- **Familia:** Convolvulaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** LeastConcern
- **CITES:** Sin categoría

JACARANDA MIMOSIFOLIA
JACARANDA



- **Orden:** Lamiales
- **Familia:** Bignoniaceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Vulnerable (VU)
- **CITES:** Sin categoría

LEPIDIUM VIRGINICUM
LENTEJILLA



- **Orden:** Brassicales
- **Familia:** Brassicaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** LeastConcern
- **CITES:** Sin categoría

LIGUSTRUM LUCIDUM
TRUENO



- **Orden:** Lamiales
- **Familia:** Oleaceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** LeastConcern
- **CITES:** Sin categoría

LOPHOCEREUS MARGINATUS
ORGANO



- **Orden:** Caryophillales
- **Familia:** Cactaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Datos Insuficientes
- **CITES:** Apéndice II

NICOTIANA GLAUCA
TABAQUILLO



- **Orden:** Solanales
- **Familia:** Solanaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Sin categoría

OPUNTIA ROBUSTA
NOPAL CAMUESO



- **Orden:** Caryiophyllales
- **Familia:** Cactaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Apéndice II

OPUNTIA FICUS-INDICA
NOPAL DE CASTILLA



- **Orden:** Caryiophyllales
- **Familia:** Cactaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Apéndice II

PARTHENIUM HISPIDUM
HIERBA DE GOLPE



- **Orden:** Asterales
- **Familia:** Asteraceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Sin categoría

PERSEA AMERICANA
AGUACATE



- **Orden:** Laurales
- **Familia:** Laureaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Sin categoría

PHOENIX CANARIENSIS
PALMA CANARIA

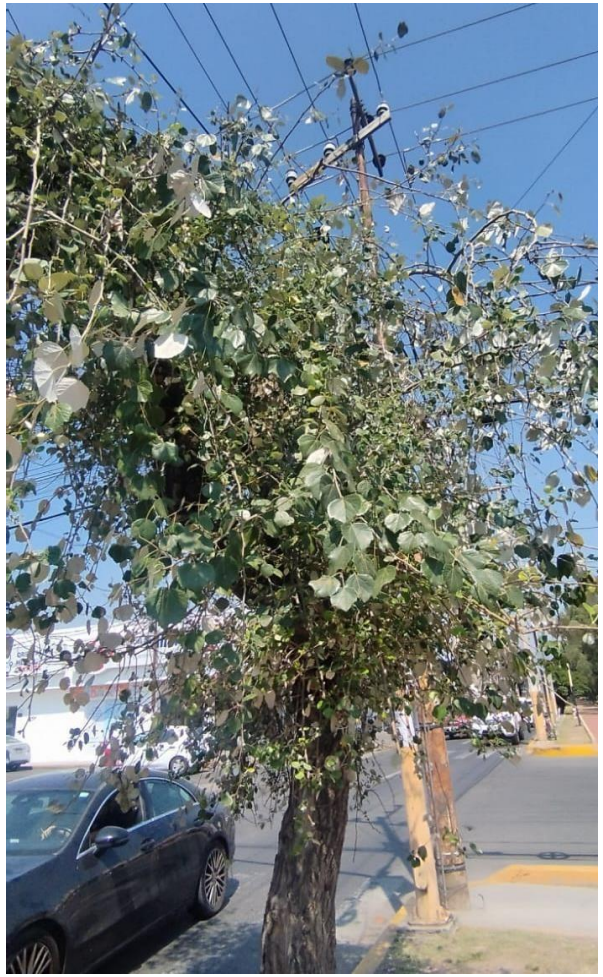


- **Orden:** Arecales
- **Familia:** Arecaceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Sin categoría

POPULUS ALBA
ÁLAMO BLANCO



- **Orden:** Malphigiales
- **Familia:** Salicaceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Sin categoría

SCHINUS MOLE
PIRÚL



- **Orden:** Sapindales
- **Familia:** Anacardiaceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Sin categoría

RICINUS COMMUNIS
HIGUERILLA



- **Orden:** Malpighiales
- **Familia:** Euphorbiaceae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Sin categoría

RUMEX MEXICANA
LENGUA DE VACA



- **Orden:** Catyophillales
- **Familia:** Polygoncaeae
- **Distribución:** Exótica



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Sin categoría

WASHINGTONIA ROBUSTA
PALMA ABANICO



- **Orden:** Arecales
- **Familia:** Arecaceae
- **Distribución:** Nativa

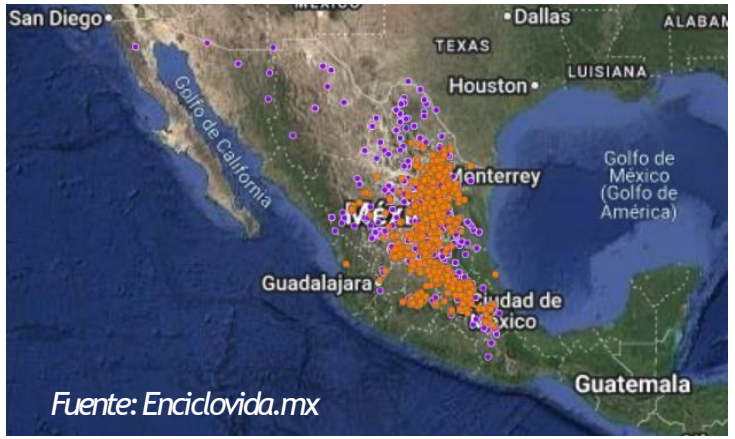


- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Sin categoría

YUCCA FILIFERA
YUCA



- **Orden:** Asparagales
- **Familia:** Asparagaceae
- **Distribución:** Nativa



- **NOM-059-SEMARNAT-2010:** Sin Clasificación
- **UICN:** Least Concern
- **CITES:** Sin categoría

PREPARACIÓN DEL SITIO

Actividades	Factores ambientales																						Total por actividad
	Abiótico													Biótico						Perceptual	Social		Económico	
	Clima			Geología y geomorfología		Edafología		Hidrología superficial		Hidrología subterránea		Atmósfera		Flora			Fauna			Paisaje	Infraestructura	Capacitación	Medio económico	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	Temperatura	Precipitación	Vientos	Pendientes	Topoformas	Erosión	Calidad del suelo	Calidad del agua	Escurrimientos	Recarga de acuíferos	Dirección del flujo	Calidad del aire y partículas suspendidas	Confort sonoro	Composición (abundancia y diversidad)	Continuidad en unidades de vegetación	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-	Composición (abundancia y diversidad)	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-	Modificación de hábitat	Valor paisajístico	Servicios e infraestructura para la población	Concientización ambiental	Desarrollo económico	
Obra inducida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Corte con sierra en pavimento y/o asfalto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-21	-21	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-19
Demolición de pavimento y concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-21	-21	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-19
Trazo y nivelación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
Despalme	0	0	0	0	0	-25	-25	0	-25	-27	0	-21	-21	0	0	0	-19	0	0	-28	0	22	20	-149
Tala, poda y retiro de árboles	0	0	0	0	0	-25	-25	0	-25	-27	0	-21	-21	-27	0	0	-19	0	-22	-31	0	22	20	-201
Excavación	0	0	0	0	0	-25	-25	0	-25	-27	0	-21	-21	0	0	0	-19	0	0	-16	0	22	20	-137
Desmonte	0	0	0	0	0	-25	-25	0	-25	-27	0	-21	-21	-27	0	0	-19	0	-22	-31	0	22	20	-201
Carga y acarreo de material	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-21	-21	0	0	0	-19	0	0	-16	0	22	20	-35
Total por indicador	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-100**	**-100**	**0**	**-100**	**-108**	**0**	**-185**	**-185**	**-54**	**0**	**0**	**-152**	**0**	**-44**	**-122**	**0**	**198**	**180**	

CONSTRUCCIÓN

Actividades		Factores ambientales																						Total por actividad
		Abiótico												Biótico						Perceptual	Social		Económico	
		Clima			Geología y geomorfología		Edafología		Hidrología superficial		Hidrología subterránea		Atmósfera	Flora			Fauna			Paisaje	Infraestructura	Capacitación	Medio económico	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
		Temperatura	Precipitación	Vientos	Pendientes	Topoformas	Erosión	Calidad del suelo	Calidad del agua	Escurrimientos	Recarga de acuíferos	Dirección del flujo	Calidad del aire y partículas suspendidas	Confort sonoro	Composición (abundancia y diversidad)	Continuidad en unidades de vegetación	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Composición (abundancia y diversidad)	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Modificación de hábitat	Valor paisajístico	Servicios e infraestructura para la población	Concientización ambiental	Desarrollo económico	
Carril confinado	Mejoramiento del terreno subrasante	0	0	0	0	0	-25	-25	0	-25	-33	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-123
	Construcción de base hidráulica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-33	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-48
	Colocación de juntas de dilatación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de concreto Mr-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-33	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-48
	Colocación de delimitadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de señalamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Colocación de ductería para instalaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Viaducto Elevado	Cimentación profunda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-33	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-48
	Cimentación superficial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-33	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-48
	Cimbra en superestructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de columnas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-31	0	22	20	-77
	Colocación de cabezales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-31	0	22	20	-77
	Colocación de trabes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-31	0	22	20	-77
	Colocación de losa de compresión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-31	0	22	20	-77

	Colocación de ductería para instalaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de acero structural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de señalamiento vial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Estaciones	Colocación de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de cimbra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de concreto hidráulico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de juntas de dilatación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Colocación de rellenos para desplante de cimentación superficial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Aplicación de sistema impermeable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Habilitado de acero de refuerzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Colocación de piso de mármol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Fabricación de estructura metálica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Montaje de estructura metálica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	-31	0	22	20	-27
	Montaje de techumbres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	-31	0	22	20	-27
	Montaje de fachadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	-31	0	22	20	-27
	Colocación de ductería para instalaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Colocación de señalamiento horizontal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Rehabilitación de pavimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de delimitadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de señalamiento vertical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de bancos, topes y pantalla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Paradero Zona San Buenaventura	Colocación de parapeto y guarnición	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Montaje de postes, catenaria y accesorios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de muro de acceso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-31	0	22	20	-46
	Colocación de señalamiento vial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
Paradero y Cetram	Mejoramiento de terreno	0	0	0	0	0	-23	-23	0	-25	-25	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-111
	Construcción de bahías	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de señalamiento horizontal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Construcción de juntas de dilatación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	22	20	4
	Colocación de señalamiento vertical	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Demolición de elementos de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	-19	0	22	20	-34
	Colocación de losa de cimentación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de acero en trabes, cabezales, columnas y ménsulas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de losa de compresión de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-31	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-46
	Colocación de parapeto metálico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Obra Electromecánica	Cimentación de postes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Montaje de postes, catenaria y accesorios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Montaje de subestaciones de rectificación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
	Colocación de señalamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Adecuación de gasas en la estación Constitución de 1917		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	-19	0	0	0	-19	0	0	0	0	22	20	-15
Total por indicador		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-48**	**-48**	**0**	**-50**	**-593**	**0**	**-1064**	**-1064**	**0**	**0**	**0**	**-836**	**0**	**0**	**-267**	**0**	**1232**	**1120**	

OPERACIÓN

	Factores ambientales																						
	Abiótico												Biótico						Perceptual	Social		Económico
	Clima			Geología y geomorfología		Edafología		Hidrología superficial		Hidrología subterránea		Atmósfera		Flora			Fauna			Paisaje	Infraestructura	Capacitación	Medio económico
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Actividades	Temperatura	Precipitación	Vientos	Pendientes	Topoformas	Erosión	Calidad del suelo	Calidad del agua	Escurrimientos	Recarga de acuíferos	Dirección del flujo	Calidad del aire y partículas suspendidas	Confort sonoro	Composición (abundancia y diversidad)	Continuidad en unidades de vegetación	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Composición (abundancia y diversidad)	Especies bajo estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Modificación de hábitat	Valor paisajístico	Servicios e infraestructura para la población	Concientización ambiental	Desarrollo económico	Total por actividad
Traslado de pasajeros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	-26	0	0	0	22	18	18	**60**
Operación de las instalaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	-16	-16	0	0	0	-26	0	0	0	22	18	18	**20**
Total por indicador	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**20**	**0**	**0**	**12**	**-16**	**0**	**0**	**0**	**-52**	**0**	**0**	**0**	**44**	**36**	**36**	