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

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Contenido

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 2

I.1 Datos Generales del Proyecto 2
I.1.1 Nombre del proyecto 2
I.1.2 Ubicación del proyecto 2
I.1.3 Duración del proyecto 3

I.2 Datos Generales del Promovente 3
I.2.1 Nombre o razón social 3
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente 3
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 3
I.2.4 Domicilio convencional para oír y recibir todo tipo de notificaciones 3

I.3 Datos del responsable del Estudio de Impacto Ambiental 3
I.3.1 Nombre o razón social 3
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 3
I.3.3 Nombre del responsable de la elaboración del estudio 3
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio 3
I.3.5 Colaboradores en el estudio 3

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1 Datos Generales del Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular para el proyecto: Puente vehicular "S/N" ubicado en el Km. 14+500, sobre el camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, con una longitud aproximada de 25.0 m, más accesos, en el estado de Oaxaca.

I.1.2 Ubicación del proyecto

Se localiza en la localidad de Guadalupe Nundaca, en el km 14+500 sobre el camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el municipio de San Sebastián Tecomaxtlahuaca en el estado de Oaxaca.

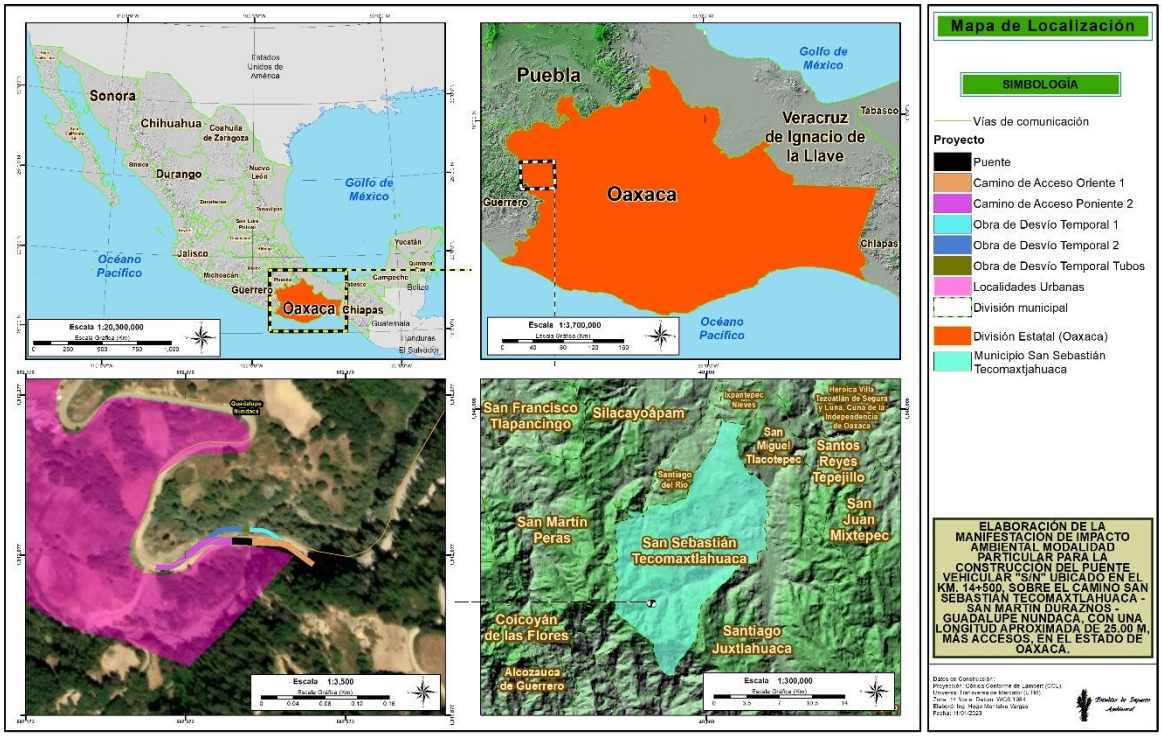


Imagen 1. Localización del Puente Vehicular "S/N" km 14+500

I.1.3 Duración del proyecto

Se requerirá de un tiempo aproximado de 8 años para llevar a cabo las etapas de preparación del sitio, construcción del proyecto y abandono del sitio. Los trámites y el tiempo requerido para los permisos son independientes.

A partir de la conclusión de las actividades de construcción, la vida útil de la carretera se determina en 25 años.

I.2 Datos Generales del Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

I.2.4 Domicilio convencional para oír y recibir todo tipo de notificaciones

I.3 Datos del responsable del Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

I.3.3 Nombre del responsable de la elaboración del estudio

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

I.3.5 Colaboradores en el estudio

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Contenido

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3

II.1 Naturaleza del Proyecto 3
II.1.1 Justificación. 3
II.1.2 Objetivo 5
II.1.3 Ubicación física del proyecto 5
II.1.3.1 Coordenadas de la estructura del puente 6
II.1.3.2 Coordenadas de los accesos del puente 6
II.1.3.3 Coordenadas de la Obra de desvío temporal 8
II.1.4 Superficie requerida 18
II.1.4.1 Afectación permanente 18
II.1.4.2 Afectación Temporal 19
II.1.4.3 Ocupación de zona federal 19
II.1.5 Condición actual 20
II.1.5.1 Puente 20
II.1.5.1 Obra de desvío 21
II.1.6 Inversión requerida 21

II.2 Características particulares del proyecto 22
II.2.1 Preparación del sitio y construcción 22
II.2.1.1 Superestructura 23
II.2.1.2 Hombro de terraplenes 23
II.2.1.3 Subestructura 25
II.2.1.4 Construcción de la cimentación profunda 25
II.2.1.5 Colocación de parapeto metálico y asfalto 28
II.2.1.6 Utilización de explosivos 28
II.2.2 Obra de desvío temporal 28
II.2.3 Operación y mantenimiento 30
II.2.3.1 Operación 30
II.2.3.2 Mantenimiento 30
II.2.3.3 Etapa de abandono del sitio 31
II.2.4 Descripción de obras complementarias y actividades provisionales del proyecto 31
II.2.4.1 Almacén o bodega 32
II.2.4.2 Taller 32
II.2.4.3 Patio de maquinaria (estacionamiento) 33
II.2.4.4 Campamento (oficina, dormitorios y comedor) 33
II.2.4.5 Instalaciones sanitarias 33

II.3 Programa de trabajo 33

II.4 Banco de materiales 34

II.2.5 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 34
II.2.5.1 Residuos en la etapa de preparación del sitio y construcción 34
II.2.5.2 Residuos en la etapa de operación y mantenimiento del puente 36

II.2.6 Generación de gases efecto invernadero 36
II.2.6.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros. 36
II.2.6.2 Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto 38

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Naturaleza del Proyecto

Los puentes frecuentemente son los elementos que influyen en que la continuidad del servicio de transporte se realice en forma permanente y segura, favoreciendo en general un apropiado funcionamiento de la red federal de carreteras del país.

Los puentes no están exentos de sufrir daños y contratiempos que les impidan poder permanecer en servicio durante su vida útil. Se puede decir que son construcciones que están expuestas a múltiples factores ambientales, naturales y antropogénicos. Por lo que, se recomienda tomar medidas preventivas de conservación para incrementar su vida útil.

Para lograr el cometido anterior, se han creado programas de mantenimiento y rehabilitación. Los primeros con la finalidad de atender aquellos puentes con daños ligeros que todavía no presentan un riesgo para su seguridad estructural. Mientras que los segundos son requeridos cuando la estructura del puente tiene problemas de capacidad de carga, y por lo mismo, necesita una intervención que puede implicar desde un refuerzo de los elementos estructurales hasta el remplazamiento de los mismos.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Dirección General de Conservación de Carreteras (DGCC) tiene a su cargo la atención de 7231 puentes de la red federal de carreteras libres de peaje. Se requiere programar su atención oportunamente, en función de los recursos disponibles, y para ello, se utiliza el Sistema Integral de Puentes de México (SIPUMEX). El sistema cuenta con una base de datos en la que se tiene el inventario de todos los puentes con sus características geométricas y estructurales básicas, su ubicación, los materiales de que están construidos, su estado físico y los datos de tránsito que soportan.

II.1.1 Justificación.

La población total de San Sebastián Tecomaxtlahuaca en 2020 fue 8,192 habitantes, siendo 52.3% mujeres y 47.7% hombres, de los cuales las ocupaciones con más trabajadores durante el tercer trimestre de 2022 fueron Trabajadores en el Cultivo de Maíz y/o Frijol, Trabajadores de Apoyo en Actividades Agrícolas y Empleados de Ventas, Despachadores, Preparadores y vendedores ambulantes. Cabe mencionar que el tiempo de traslado promedio de los pobladores del hogar al trabajo fue 23.8 minutos, 80.2% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 5% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo. Para la población menor y juvenil el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 21.1 minutos, 92.5% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 5.85% tarda más de 1 hora. Así mismo, se obtiene que el principal medio de transporte es el camión, taxi, combi o colectivo.

Tomando lo anterior se puede decir que las vías de comunicación y obras vehiculares son de suma importancia para conservar el comercio, facilitar el traslado de los pobladores, mantener su seguridad y mejorar la calidad de vida. Sin embargo, la falta de mantenimiento adecuado en las vías de comunicación y puentes da lugar a problemas de funcionalidad y seguridad que pueden ser graves: limitación de cargas, restricciones de paso, riesgo de accidentes, riesgo de interrupciones de la red y a un importante problema económico por el acortamiento de la vida útil de las obras.

El deterioro causado por los agentes naturales es común en todas las obras de ingeniería y es el resultado de un proceso, mediante el cual, la naturaleza trata de revertir el procedimiento artificial de elaboración de los materiales de construcción y llevarlos nuevamente a su estado original. De esta manera, el concreto (roca artificial) formada por agregados pétreos unidos con cemento y agua, sufren de agrietamiento y desconches, tendiendo otra vez a convertirse en arena, agua y cemento separados, esto debido al efecto de los cambios de temperatura, el intemperismo y otros agentes.

Tratándose el presente proyecto de una nueva construcción en cuya superficie ya se presenta una obra, se puede mencionar que los daños más significativos que se observan en el puente son señales de humedad en la parte baja de la losa, debilitamiento por impactos vehiculares y agrietamiento en los extremos inferiores, así como en los cimientos, debido principalmente a factores naturales y un mal proceso constructivo. Por ello, se requiere la sustitución de la estructura actual con una nueva que se construya con mayores dimensiones y que permita mejorar el área hidráulica del punto de cruce entre el puente y el escurrimiento Hondura de León.



Imagen 1. Movimiento de vehículos pesados sobre el puente actual

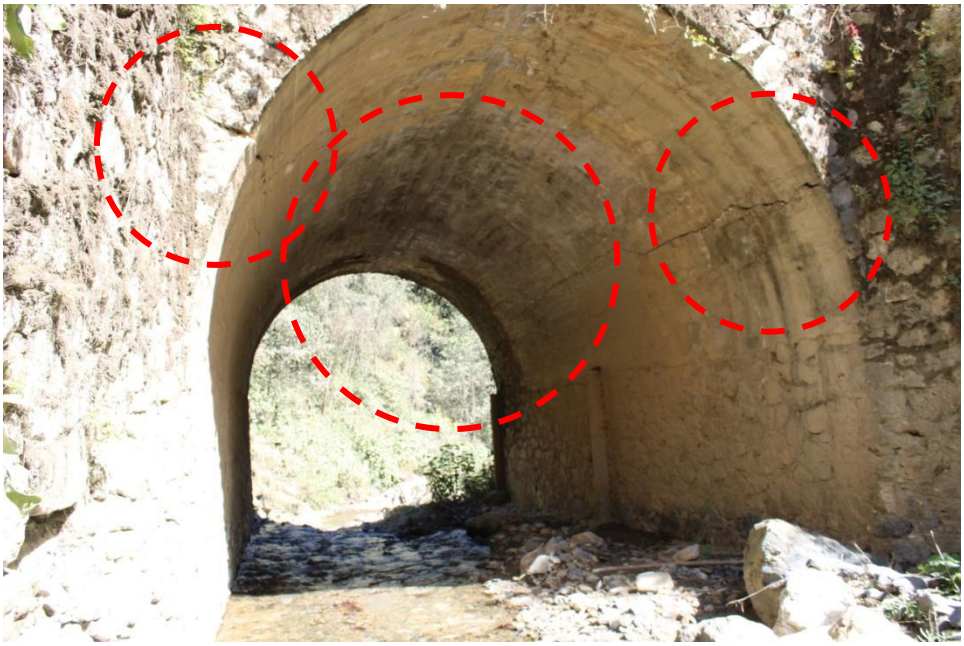


Imagen 2. Señales de deterioro en la estructura actual

Ambientalmente las actividades no producirán daños significativos al entorno circundante, pues las condiciones del área permiten realizar la sustitución de estructura con la construcción del proyecto, removiendo en menor cantidad vegetación ruderal de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. Algunas de las especies presentes son *Buddleja cordata* (nativa), *Quercus candicans* (nativa), *Baccharis salicifolia* (nativa), *Bidens sharpii* (nativa), *Pennisetum purpureum* (introducida), *Rhynchelytrum repens* (introducida), etc.

De las observaciones de fauna en las áreas involucradas, no se obtiene el registro de alguna especie que se encuentra vulnerable según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Considerando lo mencionado anteriormente el proyecto tiene como finalidad la reconstrucción del puente sobre el arroyo Hondura de León, el cual beneficiará en tiempo y seguridad a los pobladores circundantes a la obra, de igual manera, no causará desequilibrios ecológicos significativos. Y por el lado contrario, de no atender las mejoras se puede ocasionar un mayor deterioro que resulte en el colapso o daños irreparables de la estructura actual causando afectaciones tanto vehiculares como ambientales.

II.1.2 Objetivo

Realizar la Construcción del puente vehicular "S/N" ubicado en el Km. 14+500, sobre el camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, con una longitud aproximada de 25.00 m, más accesos, en el estado de Oaxaca.

II.1.3 Ubicación física del proyecto

Se localiza en la localidad de Guadalupe Nundaca, en el km 14+500 sobre el camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el municipio de San Sebastián Tecomaxtlahuaca en el estado de Oaxaca.

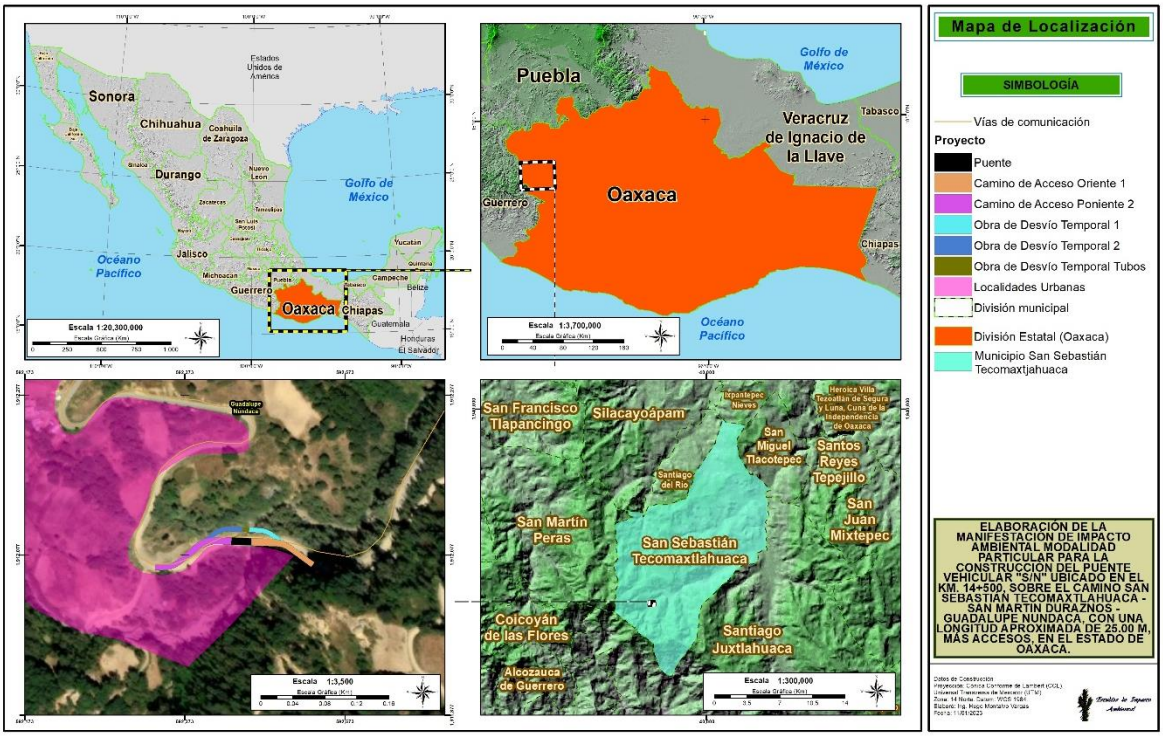


Imagen 3. Localización del Puente Vehicular "S/N" km 14+500

De acuerdo con las condiciones del terreno y las necesidades constructivas del proyecto, será necesaria la construcción de dos accesos como parte de la estructura del puente y una obra de desvió temporal de vehículos, que incluye la colocación de tubos de acero para mantener el flujo de agua del escurrimiento. Esta obra será para que los vehículos transiten por un camino alterno, dejando libre la superficie en donde será construida la estructura del puente y, el Acceso 1 (Oriente) y Acceso 2 (Poniente).

A continuación, se muestran las coordenadas de dichas obras:

II.1.3.1 Coordenadas de la estructura del puente

Tabla 1. **Coordenadas de ubicación del proyecto.**

VÉRTICE	COORDENADA	
	X	Y
1	592456.0351	1912098.246
2	592455.7064	1912089.253
3	592430.723	1912090.162
4	592431.0517	1912099.155

II.1.3.2 Coordenadas de los accesos del puente

II.1.3.2.1 Coordenadas del Acceso 1 (Oriente)

Tabla 2. **Coordenadas del Acceso 1 del proyecto.**

VÉRTICE	COORDENADA	
	X	Y
1	592472.7572	1912097.639
2	592474.8528	1912097.555
3	592474.853	1912097.563
4	592474.9724	1912097.559
5	592476.7568	1912097.494
6	592476.8761	1912097.489
7	592478.6605	1912097.425
8	592478.7799	1912097.42
9	592480.5643	1912097.355
10	592480.6836	1912097.351
11	592482.0932	1912097.3
12	592482.468	1912097.287
13	592482.5874	1912097.282
14	592483.454	1912097.25
15	592483.5743	1912097.246
16	592484.0927	1912097.227
17	592484.3709	1912097.193
18	592484.4302	1912097.186
19	592484.4717	1912097.18
20	592484.4894	1912097.178
21	592486.2556	1912096.916
22	592486.3145	1912096.906
23	592486.3733	1912096.895

VÉRTICE	COORDENADA	
	X	Y
24	592488.1265	1912096.557
25	592488.1848	1912096.544
26	592488.2432	1912096.531
27	592489.98	1912096.117
28	592490.0377	1912096.101
29	592490.0955	1912096.086
30	592491.8126	1912095.597
31	592491.8697	1912095.579
32	592491.9267	1912095.561
33	592493.621	1912094.998
34	592493.6773	1912094.978
35	592493.7335	1912094.957
36	592495.4014	1912094.321
37	592495.4447	1912094.303
38	592495.457	1912094.298
39	592495.5123	1912094.276
40	592496.5479	1912093.837
41	592496.6026	1912093.813
42	592500.4213	1912092.228
43	592504.0643	1912090.272
44	592507.4956	1912087.965
45	592516.1482	1912081.502
46	592534.4105	1912067.861

VÉRTICE	COORDENADA	
	X	Y
47	592532.5359	1912065.292
48	592530.2258	1912062.249
49	592529.3724	1912062.887
50	592511.9592	1912075.893
51	592503.3065	1912082.356
52	592498.9558	1912085.128
53	592494.2422	1912087.223
54	592494.1837	1912087.235
55	592493.796	1912087.313
56	592493.6315	1912087.346
57	592493.5729	1912087.357
58	592493.5143	1912087.368
59	592491.8194	1912087.662
60	592491.7546	1912087.672
61	592491.6956	1912087.681
62	592491.6366	1912087.69
63	592489.8664	1912087.924
64	592489.8071	1912087.931
65	592489.7478	1912087.938
66	592489.6799	1912087.945
67	592488.8689	1912088.027
68	592487.9698	1912088.103
69	592487.9103	1912088.107
70	592487.8507	1912088.111
71	592486.2134	1912088.201
72	592486.185	1912088.202
73	592486.098	1912088.206
74	592486.0677	1912088.207
75	592486.008	1912088.209
76	592485.9483	1912088.211
77	592484.8498	1912088.234
78	592484.1629	1912088.236
79	592484.1032	1912088.236
80	592484.0435	1912088.236
81	592483.7659	1912088.233
82	592482.2584	1912088.288
83	592482.1394	1912088.292
84	592480.3547	1912088.357
85	592480.2356	1912088.361

VÉRTICE	COORDENADA	
	X	Y
86	592479.7075	1912088.38
87	592478.4509	1912088.426
88	592478.3319	1912088.43
89	592476.5472	1912088.495
90	592476.4281	1912088.499
91	592475.6594	1912088.527
92	592474.6435	1912088.564
93	592474.5244	1912088.569
94	592472.9731	1912088.625
95	592472.7397	1912088.633
96	592472.6206	1912088.638
97	592470.836	1912088.703
98	592470.7169	1912088.707
99	592468.9322	1912088.772
100	592468.8132	1912088.776
101	592468.73	1912088.779
102	592468.5791	1912088.785
103	592467.0285	1912088.841
104	592466.9094	1912088.845
105	592465.1247	1912088.91
106	592465.0057	1912088.914
107	592463.221	1912088.979
108	592463.1019	1912088.984
109	592462.6494	1912089
110	592461.3174	1912089.048
111	592461.1981	1912089.053
112	592460.0133	1912089.096
113	592459.8939	1912089.1
114	592459.6453	1912089.109
115	592459.354	1912089.12
116	592456.0462	1912089.24
117	592455.7064	1912089.253
118	592456.0351	1912098.246
119	592456.3751	1912098.234
120	592459.6835	1912098.114
121	592459.6826	1912098.11
122	592464.8362	1912097.927
123	592469.0116	1912097.775

II.1.3.2.2 Coordenadas del Acceso 2 (Poniente)

Tabla 3. **Coordenadas del Acceso 2 del proyecto.**

VÉRTICE	COORDENADA	
	X	Y
1	592424.5661	1912099.389
2	592426.8142	1912099.307
3	592426.8143	1912099.31
4	592427.3842	1912099.289
5	592427.4005	1912099.288
6	592427.5036	1912099.284
7	592430.7118	1912099.167
8	592431.0517	1912099.155
9	592430.723	1912090.162
10	592430.3832	1912090.174
11	592427.0754	1912090.294
12	592426.487	1912090.316
13	592424.2394	1912090.395
14	592413.4465	1912090.787
15	592409.7827	1912090.721
16	592406.1477	1912090.257
17	592402.5845	1912089.402
18	592401.5085	1912089.061
19	592397.7619	1912087.549
20	592394.2233	1912085.599
21	592390.9433	1912083.24
22	592384.5867	1912078.713
23	592378.3192	1912074.248
24	592378.0579	1912074.036
25	592376.5854	1912072.836
26	592368.8871	1912066.566
27	592364.9117	1912063.751
28	592360.6314	1912061.51
29	592358.0517	1912060.488
30	592353.6866	1912059.25
31	592349.2012	1912058.567

VÉRTICE	COORDENADA	
	X	Y
32	592344.6655	1912058.45
33	592335.6441	1912058.783
34	592335.4472	1912058.79
35	592335.5411	1912062.289
36	592335.6881	1912065.786
37	592344.9235	1912065.446
38	592348.5561	1912065.538
39	592352.1493	1912066.079
40	592356.5493	1912067.395
41	592360.6891	1912069.383
42	592364.4666	1912071.994
43	592367.594	1912074.541
44	592368.7673	1912075.497
45	592373.6374	1912079.463
46	592373.8987	1912079.676
47	592380.698	1912085.985
48	592385.2598	1912090.219
49	592386.9237	1912091.507
50	592389.4157	1912093.208
51	592393.8995	1912095.678
52	592396.5365	1912096.824
53	592397.1616	1912097.065
54	592398.6467	1912097.594
55	592403.5891	1912098.928
56	592408.6555	1912099.66
57	592409.2442	1912099.706
58	592413.7733	1912099.782
59	592416.3561	1912099.688
60	592417.2197	1912099.656

II.1.3.3 Coordenadas de la Obra de desvío temporal

II.1.3.3.1 Obra de desvío temporal

Tabla 4. **Coordenadas de la Obra de desvío temporal**

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
1	592452.794	1912105.82
2	592453.058	1912111.61
3	592453.594	1912111.58
4	592465.572	1912111.04

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
5	592465.68	1912111.03
6	592465.787	1912111.03
7	592465.895	1912111.02
8	592466.002	1912111.01

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
9	592466.11	1912111.01
10	592466.217	1912111
11	592466.324	1912110.99
12	592466.432	1912110.99
13	592466.539	1912110.98
14	592466.646	1912110.97
15	592466.754	1912110.96
16	592466.861	1912110.95
17	592466.968	1912110.94
18	592467.075	1912110.93
19	592467.182	1912110.92
20	592467.289	1912110.91
21	592467.396	1912110.9
22	592467.503	1912110.89
23	592467.61	1912110.88
24	592467.717	1912110.87
25	592467.824	1912110.86
26	592467.931	1912110.84
27	592468.038	1912110.83
28	592468.145	1912110.82
29	592468.252	1912110.8
30	592468.358	1912110.79
31	592468.465	1912110.78
32	592468.572	1912110.76
33	592468.678	1912110.75
34	592468.785	1912110.73
35	592468.891	1912110.71
36	592468.997	1912110.7
37	592469.104	1912110.68
38	592469.21	1912110.67
39	592469.316	1912110.65
40	592469.423	1912110.63
41	592469.529	1912110.61
42	592469.635	1912110.59
43	592469.741	1912110.58
44	592469.847	1912110.56
45	592469.952	1912110.54
46	592470.058	1912110.52
47	592470.164	1912110.5
48	592470.27	1912110.48
49	592470.375	1912110.46
50	592470.481	1912110.44
51	592470.586	1912110.42
52	592470.692	1912110.39
53	592470.797	1912110.37
54	592470.902	1912110.35
55	592471.008	1912110.33

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
56	592471.113	1912110.3
57	592471.218	1912110.28
58	592471.323	1912110.26
59	592471.427	1912110.23
60	592471.532	1912110.21
61	592471.637	1912110.18
62	592471.742	1912110.16
63	592471.846	1912110.13
64	592471.951	1912110.11
65	592472.055	1912110.08
66	592472.159	1912110.05
67	592472.263	1912110.03
68	592472.368	1912110
69	592472.472	1912109.97
70	592472.575	1912109.94
71	592472.679	1912109.92
72	592472.783	1912109.89
73	592472.887	1912109.86
74	592472.99	1912109.83
75	592473.094	1912109.8
76	592473.197	1912109.77
77	592473.3	1912109.74
78	592473.403	1912109.71
79	592473.506	1912109.68
80	592473.609	1912109.65
81	592473.712	1912109.61
82	592473.815	1912109.58
83	592473.918	1912109.55
84	592474.02	1912109.52
85	592474.123	1912109.48
86	592474.225	1912109.45
87	592474.327	1912109.42
88	592474.429	1912109.38
89	592474.531	1912109.35
90	592474.633	1912109.31
91	592474.735	1912109.28
92	592474.836	1912109.24
93	592474.938	1912109.21
94	592475.039	1912109.17
95	592475.14	1912109.14
96	592475.242	1912109.1
97	592475.343	1912109.06
98	592475.443	1912109.02
99	592475.544	1912108.99
100	592475.645	1912108.95
101	592475.745	1912108.91
102	592475.846	1912108.87

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
103	592475.946	1912108.83
104	592476.046	1912108.79
105	592476.146	1912108.75
106	592476.246	1912108.71
107	592476.346	1912108.67
108	592476.445	1912108.63
109	592476.545	1912108.59
110	592476.644	1912108.55
111	592476.743	1912108.51
112	592476.842	1912108.47
113	592476.941	1912108.42
114	592477.04	1912108.38
115	592477.139	1912108.34
116	592477.237	1912108.29
117	592477.335	1912108.25
118	592477.434	1912108.21
119	592477.532	1912108.16
120	592477.63	1912108.12
121	592477.727	1912108.07
122	592477.825	1912108.03
123	592477.922	1912107.98
124	592478.02	1912107.94
125	592478.117	1912107.89
126	592478.214	1912107.84
127	592478.311	1912107.8
128	592478.407	1912107.75
129	592478.504	1912107.7
130	592478.6	1912107.65
131	592478.697	1912107.6
132	592478.793	1912107.56
133	592478.888	1912107.51
134	592478.984	1912107.46
135	592479.08	1912107.41
136	592479.175	1912107.36
137	592479.27	1912107.31
138	592479.365	1912107.26
139	592479.46	1912107.21
140	592479.555	1912107.16
141	592479.65	1912107.11
142	592479.744	1912107.05
143	592479.838	1912107
144	592479.932	1912106.95
145	592480.026	1912106.9
146	592480.12	1912106.84
147	592480.213	1912106.79
148	592480.307	1912106.74
149	592480.4	1912106.68

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
150	592480.493	1912106.63
151	592480.586	1912106.57
152	592480.678	1912106.52
153	592480.771	1912106.46
154	592480.863	1912106.41
155	592480.955	1912106.35
156	592481.047	1912106.3
157	592481.139	1912106.24
158	592481.23	1912106.18
159	592481.322	1912106.13
160	592481.413	1912106.07
161	592481.504	1912106.01
162	592481.594	1912105.96
163	592481.685	1912105.9
164	592481.775	1912105.84
165	592481.866	1912105.78
166	592481.956	1912105.72
167	592482.045	1912105.66
168	592482.135	1912105.6
169	592482.224	1912105.54
170	592482.314	1912105.48
171	592482.403	1912105.42
172	592482.491	1912105.36
173	592482.58	1912105.3
174	592482.668	1912105.24
175	592482.757	1912105.18
176	592482.845	1912105.12
177	592482.932	1912105.05
178	592483.02	1912104.99
179	592483.107	1912104.93
180	592483.194	1912104.86
181	592483.281	1912104.8
182	592483.368	1912104.74
183	592483.455	1912104.67
184	592483.541	1912104.61
185	592499.625	1912092.6
186	592496.603	1912093.81
187	592496.548	1912093.84
188	592495.512	1912094.28
189	592495.457	1912094.3
190	592495.445	1912094.3
191	592495.401	1912094.32
192	592493.733	1912094.96
193	592493.677	1912094.98
194	592493.62	1912095
195	592491.927	1912095.56
196	592491.87	1912095.58

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
197	592491.812	1912095.6
198	592490.095	1912096.09
199	592490.038	1912096.1
200	592489.979	1912096.12
201	592488.243	1912096.53
202	592488.185	1912096.54
203	592488.126	1912096.56
204	592486.373	1912096.9
205	592486.314	1912096.91
206	592486.255	1912096.92
207	592484.489	1912097.18
208	592484.472	1912097.18
209	592484.43	1912097.19
210	592484.421	1912097.19
211	592484.36	1912097.19
212	592484.093	1912097.23
213	592483.731	1912097.24
214	592480.076	1912099.97
215	592480.005	1912100.02
216	592479.934	1912100.08
217	592479.863	1912100.13
218	592479.791	1912100.18
219	592479.719	1912100.23
220	592479.648	1912100.28
221	592479.576	1912100.33
222	592479.504	1912100.39
223	592479.431	1912100.44
224	592479.359	1912100.49
225	592479.286	1912100.54
226	592479.213	1912100.59
227	592479.14	1912100.64
228	592479.067	1912100.69
229	592478.994	1912100.74
230	592478.92	1912100.79
231	592478.847	1912100.84
232	592478.773	1912100.88
233	592478.699	1912100.93
234	592478.625	1912100.98
235	592478.551	1912101.03
236	592478.476	1912101.08
237	592478.402	1912101.12
238	592478.327	1912101.17
239	592478.252	1912101.22
240	592478.177	1912101.27
241	592478.102	1912101.31
242	592478.026	1912101.36
243	592477.951	1912101.4

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
244	592477.875	1912101.45
245	592477.799	1912101.5
246	592477.723	1912101.54
247	592477.647	1912101.59
248	592477.571	1912101.63
249	592477.494	1912101.67
250	592477.418	1912101.72
251	592477.341	1912101.76
252	592477.264	1912101.81
253	592477.187	1912101.85
254	592477.11	1912101.89
255	592477.033	1912101.94
256	592476.955	1912101.98
257	592476.878	1912102.02
258	592476.8	1912102.06
259	592476.722	1912102.11
260	592476.644	1912102.15
261	592476.566	1912102.19
262	592476.488	1912102.23
263	592476.409	1912102.27
264	592476.331	1912102.31
265	592476.252	1912102.35
266	592476.173	1912102.39
267	592476.094	1912102.43
268	592476.015	1912102.47
269	592475.936	1912102.51
270	592475.857	1912102.55
271	592475.777	1912102.59
272	592475.698	1912102.63
273	592475.618	1912102.67
274	592475.538	1912102.7
275	592475.458	1912102.74
276	592475.378	1912102.78
277	592475.298	1912102.82
278	592475.218	1912102.85
279	592475.137	1912102.89
280	592475.057	1912102.93
281	592474.976	1912102.96
282	592474.895	1912103
283	592474.814	1912103.03
284	592474.733	1912103.07
285	592474.652	1912103.1
286	592474.571	1912103.14
287	592474.489	1912103.17
288	592474.408	1912103.21
289	592474.326	1912103.24
290	592474.244	1912103.28

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
291	592474.163	1912103.31
292	592474.081	1912103.34
293	592473.998	1912103.38
294	592473.916	1912103.41
295	592473.834	1912103.44
296	592473.752	1912103.47
297	592473.669	1912103.5
298	592473.587	1912103.54
299	592473.504	1912103.57
300	592473.421	1912103.6
301	592473.338	1912103.63
302	592473.255	1912103.66
303	592473.172	1912103.69
304	592473.089	1912103.72
305	592473.005	1912103.75
306	592472.922	1912103.78
307	592472.838	1912103.81
308	592472.755	1912103.84
309	592472.671	1912103.87
310	592472.587	1912103.89
311	592472.503	1912103.92
312	592472.42	1912103.95
313	592472.335	1912103.98
314	592472.251	1912104
315	592472.167	1912104.03
316	592472.083	1912104.06
317	592471.998	1912104.08
318	592471.914	1912104.11
319	592471.829	1912104.14
320	592471.744	1912104.16
321	592471.66	1912104.19
322	592471.575	1912104.21
323	592471.49	1912104.24
324	592471.405	1912104.26
325	592471.32	1912104.28
326	592471.235	1912104.31
327	592471.149	1912104.33
328	592471.064	1912104.35
329	592470.979	1912104.38
330	592470.893	1912104.4
331	592470.808	1912104.42
332	592470.722	1912104.44
333	592470.636	1912104.47
334	592470.55	1912104.49
335	592470.465	1912104.51
336	592470.379	1912104.53
337	592470.293	1912104.55

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
338	592470.207	1912104.57
339	592470.121	1912104.59
340	592470.034	1912104.61
341	592469.948	1912104.63
342	592469.862	1912104.65
343	592469.775	1912104.67
344	592469.689	1912104.69
345	592469.602	1912104.71
346	592469.516	1912104.72
347	592469.429	1912104.74
348	592469.343	1912104.76
349	592469.256	1912104.78
350	592469.169	1912104.79
351	592469.082	1912104.81
352	592468.995	1912104.83
353	592468.908	1912104.84
354	592468.821	1912104.86
355	592468.734	1912104.87
356	592468.647	1912104.89
357	592468.56	1912104.9
358	592468.473	1912104.92
359	592468.386	1912104.93
360	592468.298	1912104.95
361	592468.211	1912104.96
362	592468.123	1912104.97
363	592468.036	1912104.99
364	592467.949	1912105
365	592467.861	1912105.01
366	592467.773	1912105.03
367	592467.686	1912105.04
368	592467.598	1912105.05
369	592467.51	1912105.06
370	592467.423	1912105.07
371	592467.335	1912105.08
372	592467.247	1912105.09
373	592467.159	1912105.1
374	592467.071	1912105.11
375	592466.984	1912105.12
376	592466.896	1912105.13
377	592466.808	1912105.14
378	592466.72	1912105.15
379	592466.632	1912105.16
380	592466.544	1912105.17
381	592466.456	1912105.18
382	592466.367	1912105.18
383	592466.279	1912105.19
384	592466.191	1912105.2

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
385	592466.103	1912105.2
386	592466.015	1912105.21
387	592465.927	1912105.22
388	592465.838	1912105.22
389	592465.75	1912105.23
390	592465.662	1912105.23
391	592465.574	1912105.24
392	592465.485	1912105.24
393	592465.397	1912105.25
394	592465.309	1912105.25
395	592444.856	1912111.98
396	592444.593	1912106.2
397	592428.848	1912106.92
398	592428.74	1912106.92
399	592428.632	1912106.92
400	592428.524	1912106.93
401	592428.416	1912106.93
402	592428.307	1912106.93
403	592428.199	1912106.94
404	592428.091	1912106.94
405	592427.983	1912106.94
406	592427.875	1912106.94
407	592427.767	1912106.94
408	592427.658	1912106.94
409	592427.55	1912106.94
410	592427.442	1912106.94
411	592427.334	1912106.94
412	592427.226	1912106.94
413	592427.118	1912106.94
414	592427.009	1912106.94
415	592426.901	1912106.93
416	592426.793	1912106.93
417	592426.685	1912106.93
418	592426.577	1912106.92
419	592426.469	1912106.92
420	592426.361	1912106.91
421	592426.253	1912106.91
422	592426.145	1912106.9
423	592426.037	1912106.9
424	592425.929	1912106.89
425	592425.821	1912106.88
426	592425.713	1912106.87
427	592425.605	1912106.87
428	592425.497	1912106.86
429	592425.389	1912106.85
430	592425.281	1912106.84
431	592425.174	1912106.83

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
432	592425.066	1912106.82
433	592424.958	1912106.81
434	592424.851	1912106.8
435	592424.743	1912106.79
436	592424.636	1912106.77
437	592424.528	1912106.76
438	592424.421	1912106.75
439	592424.313	1912106.74
440	592424.206	1912106.72
441	592424.099	1912106.71
442	592423.992	1912106.69
443	592423.884	1912106.68
444	592423.777	1912106.66
445	592423.67	1912106.65
446	592423.563	1912106.63
447	592423.457	1912106.61
448	592423.35	1912106.6
449	592423.243	1912106.58
450	592423.136	1912106.56
451	592423.03	1912106.54
452	592422.923	1912106.52
453	592422.817	1912106.51
454	592422.71	1912106.49
455	592422.604	1912106.47
456	592422.498	1912106.45
457	592422.392	1912106.42
458	592422.286	1912106.4
459	592422.18	1912106.38
460	592422.074	1912106.36
461	592421.968	1912106.34
462	592421.862	1912106.31
463	592421.757	1912106.29
464	592421.651	1912106.27
465	592421.546	1912106.24
466	592421.441	1912106.22
467	592421.335	1912106.19
468	592421.23	1912106.16
469	592421.125	1912106.14
470	592421.021	1912106.11
471	592420.916	1912106.09
472	592420.811	1912106.06
473	592420.707	1912106.03
474	592420.602	1912106
475	592420.498	1912105.97
476	592420.394	1912105.94
477	592420.29	1912105.91
478	592420.186	1912105.88

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
479	592420.082	1912105.85
480	592419.978	1912105.82
481	592419.875	1912105.79
482	592419.771	1912105.76
483	592419.668	1912105.73
484	592419.565	1912105.7
485	592419.461	1912105.66
486	592419.359	1912105.63
487	592419.256	1912105.6
488	592419.153	1912105.56
489	592419.051	1912105.53
490	592418.948	1912105.49
491	592418.846	1912105.46
492	592418.744	1912105.42
493	592418.642	1912105.38
494	592418.54	1912105.35
495	592418.438	1912105.31
496	592418.337	1912105.27
497	592418.236	1912105.24
498	592418.134	1912105.2
499	592418.033	1912105.16
500	592417.933	1912105.12
501	592417.832	1912105.08
502	592417.731	1912105.04
503	592417.631	1912105
504	592417.531	1912104.96
505	592417.431	1912104.92
506	592417.331	1912104.88
507	592417.231	1912104.84
508	592417.131	1912104.79
509	592417.032	1912104.75
510	592416.933	1912104.71
511	592416.834	1912104.66
512	592416.735	1912104.62
513	592416.636	1912104.58
514	592416.538	1912104.53
515	592416.439	1912104.49
516	592416.341	1912104.44
517	592416.243	1912104.39
518	592416.146	1912104.35
519	592416.048	1912104.3
520	592415.951	1912104.25
521	592415.853	1912104.21
522	592415.756	1912104.16
523	592415.66	1912104.11
524	592415.563	1912104.06
525	592415.467	1912104.01

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
526	592415.37	1912103.96
527	592415.274	1912103.91
528	592415.179	1912103.86
529	592415.083	1912103.81
530	592414.988	1912103.76
531	592414.892	1912103.71
532	592414.797	1912103.66
533	592414.703	1912103.61
534	592414.608	1912103.55
535	592414.514	1912103.5
536	592414.42	1912103.45
537	592414.326	1912103.39
538	592414.232	1912103.34
539	592414.139	1912103.28
540	592414.045	1912103.23
541	592413.952	1912103.17
542	592413.859	1912103.12
543	592413.767	1912103.06
544	592413.674	1912103.01
545	592413.582	1912102.95
546	592413.49	1912102.89
547	592413.399	1912102.84
548	592413.307	1912102.78
549	592413.216	1912102.72
550	592413.125	1912102.66
551	592413.035	1912102.6
552	592412.944	1912102.54
553	592412.854	1912102.48
554	592412.764	1912102.42
555	592412.674	1912102.36
556	592412.585	1912102.3
557	592412.495	1912102.24
558	592412.406	1912102.18
559	592412.318	1912102.12
560	592412.229	1912102.05
561	592412.141	1912101.99
562	592412.053	1912101.93
563	592411.965	1912101.87
564	592411.878	1912101.8
565	592411.79	1912101.74
566	592411.703	1912101.67
567	592411.617	1912101.61
568	592411.53	1912101.54
569	592411.444	1912101.48
570	592411.358	1912101.41
571	592411.272	1912101.35
572	592411.187	1912101.28

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
573	592411.102	1912101.21
574	592411.017	1912101.15
575	592410.932	1912101.08
576	592410.848	1912101.01
577	592410.764	1912100.94
578	592409.244	1912099.71
579	592408.656	1912099.66
580	592403.589	1912098.93
581	592398.647	1912097.59
582	592396.537	1912096.82
583	592407.108	1912105.43
584	592407.21	1912105.52
585	592407.312	1912105.6
586	592407.415	1912105.68
587	592407.518	1912105.76
588	592407.622	1912105.84
589	592407.726	1912105.92
590	592407.83	1912106
591	592407.935	1912106.08
592	592408.04	1912106.16
593	592408.145	1912106.24
594	592408.25	1912106.32
595	592408.356	1912106.4
596	592408.462	1912106.48
597	592408.569	1912106.56
598	592408.675	1912106.63
599	592408.783	1912106.71
600	592408.89	1912106.79
601	592408.998	1912106.86
602	592409.106	1912106.94
603	592409.214	1912107.01
604	592409.323	1912107.09
605	592409.431	1912107.16
606	592409.541	1912107.23
607	592409.65	1912107.31
608	592409.76	1912107.38
609	592409.87	1912107.45
610	592409.98	1912107.52
611	592410.091	1912107.59
612	592410.202	1912107.66
613	592410.313	1912107.74
614	592410.425	1912107.81
615	592410.537	1912107.87
616	592410.649	1912107.94
617	592410.761	1912108.01
618	592410.874	1912108.08
619	592410.987	1912108.15

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
620	592411.1	1912108.21
621	592411.213	1912108.28
622	592411.327	1912108.35
623	592411.441	1912108.41
624	592411.555	1912108.48
625	592411.67	1912108.54
626	592411.785	1912108.61
627	592411.9	1912108.67
628	592412.015	1912108.74
629	592412.131	1912108.8
630	592412.247	1912108.86
631	592412.363	1912108.92
632	592412.479	1912108.99
633	592412.595	1912109.05
634	592412.712	1912109.11
635	592412.829	1912109.17
636	592412.947	1912109.23
637	592413.064	1912109.29
638	592413.182	1912109.34
639	592413.3	1912109.4
640	592413.418	1912109.46
641	592413.537	1912109.52
642	592413.656	1912109.58
643	592413.775	1912109.63
644	592413.894	1912109.69
645	592414.013	1912109.74
646	592414.133	1912109.8
647	592414.253	1912109.85
648	592414.373	1912109.91
649	592414.493	1912109.96
650	592414.613	1912110.01
651	592414.734	1912110.06
652	592414.855	1912110.12
653	592414.976	1912110.17
654	592415.098	1912110.22
655	592415.219	1912110.27
656	592415.341	1912110.32
657	592415.463	1912110.37
658	592415.585	1912110.42
659	592415.707	1912110.47
660	592415.83	1912110.52
661	592415.953	1912110.56
662	592416.076	1912110.61
663	592416.199	1912110.66
664	592416.322	1912110.7
665	592416.446	1912110.75
666	592416.569	1912110.79

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
667	592416.693	1912110.84
668	592416.817	1912110.88
669	592416.941	1912110.93
670	592417.066	1912110.97
671	592417.19	1912111.01
672	592417.315	1912111.05
673	592417.44	1912111.09
674	592417.565	1912111.14
675	592417.69	1912111.18
676	592417.816	1912111.22
677	592417.941	1912111.26
678	592418.067	1912111.29
679	592418.193	1912111.33
680	592418.319	1912111.37
681	592418.445	1912111.41
682	592418.571	1912111.45
683	592418.698	1912111.48
684	592418.825	1912111.52
685	592418.951	1912111.55
686	592419.078	1912111.59
687	592419.205	1912111.62
688	592419.333	1912111.66
689	592419.46	1912111.69
690	592419.587	1912111.72
691	592419.715	1912111.75
692	592419.843	1912111.79
693	592419.971	1912111.82
694	592420.099	1912111.85
695	592420.227	1912111.88
696	592420.355	1912111.91
697	592420.483	1912111.94
698	592420.612	1912111.97
699	592420.74	1912111.99
700	592420.869	1912112.02
701	592420.998	1912112.05
702	592421.127	1912112.08
703	592421.256	1912112.1
704	592421.385	1912112.13
705	592421.514	1912112.15
706	592421.643	1912112.18
707	592421.773	1912112.2
708	592421.902	1912112.22
709	592422.032	1912112.25
710	592422.162	1912112.27
711	592422.292	1912112.29
712	592422.421	1912112.31
713	592422.551	1912112.33

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
714	592422.682	1912112.35
715	592422.812	1912112.37
716	592422.942	1912112.39
717	592423.072	1912112.41
718	592423.203	1912112.43
719	592423.333	1912112.45
720	592423.463	1912112.47
721	592423.594	1912112.48
722	592423.725	1912112.5
723	592423.855	1912112.51
724	592423.986	1912112.53
725	592424.117	1912112.54
726	592424.248	1912112.56
727	592424.379	1912112.57
728	592424.51	1912112.58
729	592424.641	1912112.6
730	592424.772	1912112.61
731	592424.903	1912112.62
732	592425.034	1912112.63
733	592425.166	1912112.64
734	592425.297	1912112.65
735	592425.428	1912112.66
736	592425.56	1912112.67
737	592425.691	1912112.68
738	592425.822	1912112.68
739	592425.954	1912112.69
740	592426.085	1912112.7
741	592426.217	1912112.7
742	592426.348	1912112.71
743	592426.48	1912112.71
744	592426.611	1912112.72
745	592426.743	1912112.72
746	592426.875	1912112.72
747	592427.006	1912112.73
748	592427.138	1912112.73
749	592427.269	1912112.73
750	592427.401	1912112.73
751	592427.533	1912112.73
752	592427.664	1912112.73
753	592427.796	1912112.73
754	592427.928	1912112.73
755	592428.059	1912112.73
756	592428.191	1912112.73
757	592428.322	1912112.73
758	592428.454	1912112.72
759	592428.586	1912112.72
760	592428.717	1912112.72

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
761	592428.849	1912112.71
762	592428.98	1912112.71

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
763	592429.112	1912112.7
764	592444.299	1912112.01

II.1.3.3.2 Tubos para mantener el flujo de agua en el escurrimiento

Tabla 5. **Coordenadas de los tubos para mantener el flujo de agua en el escurrimiento**

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
1	592453.0576	1912111.608
2	592452.7944	1912105.824
3	592452.7033	1912105.828
4	592452.6123	1912105.832
5	592452.5212	1912105.836
6	592452.4301	1912105.84
7	592452.339	1912105.844
8	592452.2479	1912105.849
9	592452.0202	1912105.859
10	592451.9292	1912105.863
11	592451.8381	1912105.867
12	592451.747	1912105.871
13	592451.6559	1912105.875
14	592451.5649	1912105.88
15	592451.4738	1912105.884
16	592451.0742	1912105.902
17	592450.9831	1912105.906
18	592450.1179	1912105.946
19	592450.0268	1912105.95
20	592449.9357	1912105.954
21	592449.8446	1912105.958
22	592449.7536	1912105.962
23	592449.354	1912105.98
24	592449.2629	1912105.985
25	592449.1718	1912105.989
26	592449.0808	1912105.993
27	592448.9897	1912105.997
28	592448.8986	1912106.001
29	592448.8075	1912106.005
30	592448.5798	1912106.016
31	592448.4887	1912106.02
32	592448.3977	1912106.024
33	592448.3066	1912106.028
34	592448.2155	1912106.032
35	592448.1244	1912106.037
36	592448.0334	1912106.041
37	592447.6338	1912106.059
38	592447.5427	1912106.063

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
39	592447.4516	1912106.067
40	592447.3605	1912106.071
41	592447.2695	1912106.076
42	592447.1784	1912106.08
43	592447.0873	1912106.084
44	592446.8596	1912106.094
45	592446.7685	1912106.098
46	592446.6775	1912106.103
47	592446.5864	1912106.107
48	592446.4953	1912106.111
49	592446.4042	1912106.115
50	592446.3131	1912106.119
51	592445.9136	1912106.137
52	592445.8225	1912106.141
53	592445.7314	1912106.146
54	592445.6403	1912106.15
55	592445.5493	1912106.154
56	592445.4582	1912106.158
57	592445.3671	1912106.162
58	592445.1394	1912106.173
59	592445.0483	1912106.177
60	592444.9573	1912106.181
61	592444.8662	1912106.185
62	592444.7751	1912106.189
63	592444.684	1912106.193
64	592444.5929	1912106.198
65	592444.8562	1912111.982
66	592444.9473	1912111.978
67	592445.0383	1912111.974
68	592445.1294	1912111.969
69	592445.2205	1912111.965
70	592445.3116	1912111.961
71	592445.4026	1912111.957
72	592445.6303	1912111.947
73	592445.7214	1912111.942
74	592445.8125	1912111.938
75	592445.9036	1912111.934
76	592445.9947	1912111.93

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
77	592446.0857	1912111.926
78	592446.1768	1912111.922
79	592446.5764	1912111.903
80	592446.6675	1912111.899
81	592446.7585	1912111.895
82	592446.8496	1912111.891
83	592446.9407	1912111.887
84	592447.0318	1912111.883
85	592447.1229	1912111.879
86	592447.3506	1912111.868
87	592447.4416	1912111.864
88	592447.5327	1912111.86
89	592447.6238	1912111.856
90	592447.7149	1912111.852
91	592447.8059	1912111.847
92	592447.897	1912111.843
93	592448.2966	1912111.825
94	592448.3877	1912111.821
95	592448.4788	1912111.817

VÉRTICE	COORDENADAS	
	X	Y
96	592448.5698	1912111.813
97	592448.6609	1912111.808
98	592448.752	1912111.804
99	592448.8431	1912111.8
100	592449.0708	1912111.79
101	592449.1618	1912111.786
102	592449.2529	1912111.781
103	592449.344	1912111.777
104	592449.4351	1912111.773
105	592449.5262	1912111.769
106	592449.6172	1912111.765
107	592450.0168	1912111.747
108	592450.1079	1912111.742
109	592450.199	1912111.738
110	592450.29	1912111.734
111	592450.9731	1912111.703
112	592451.3374	1912111.686
113	592452.7844	1912111.62
114	592452.8755	1912111.616

II.1.4 Superficie requerida

Considerando las condiciones del terreno y las necesidades constructivas del proyecto, será necesaria la afectación permanente y temporal de superficie, clasificada de la siguiente forma:

Tabla 6. **Superficies de Afectación.**

Superficie		
Afectación	**m²**	**ha**
Permanente	1728.8252	0.1728
Temporal	543.8581	0.0543

II.1.4.1 Afectación permanente

Esta superficie se refiere a la extensión de terreno en donde será construida la estructura del puente y los accesos 1 y 2. Considerando lo anterior, se tendrá una superficie de afectación permanente de 1728.8252 m².

Tabla 7. **Superficies de afectación permanente.**

Obra	Superficies		
		Total m²	Total Ha
Puente	224.9899 m²	1728.8252	0.1728
Acceso 1 (Oriente)	662.4394 m²		
Acceso 2 (Poniente)	841.3959 m²		

II.1.4.2 Afectación Temporal

Esta superficie se refiere a la extensión de terreno en donde será habilitado un camino que funcionará como obra de desvío temporal para que el tránsito vehicular pase por ese camino, dejando libre la superficie en donde será construida la estructura del puente y sus accesos. La obra considera la colocación de tubos de acero para mantener el flujo del agua en el escurrimiento.

Considerando lo anterior, se tendrá una superficie de afectación permanente de 543.8581 m².

Tabla 8. **Superficies de afectación temporal.**

Superficie		
Obra de desvío	543.8581 m²	0.0543 ha

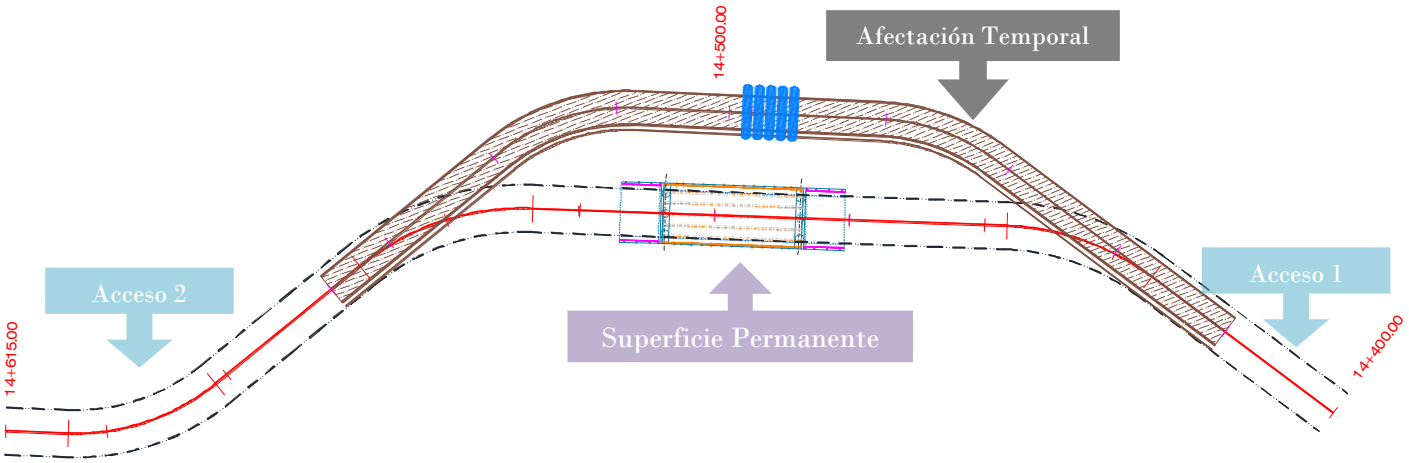


Imagen 4. Superficies de afectación Permanente y temporal del proyecto

II.1.4.3 Ocupación de zona federal

La ocupación de zona federal del causes y ríos, será de 113.7705 m² en el puente vehicular y de 73.511 m² en la obra de desvío temporal. Esta última debido a la colocación de tubos de acero para mantener el flujo de agua en el escurrimiento.

Tabla 9. **Superficies de ocupación en zona federal.**

Tipo de Obra	Superficie
Puente	113.7705 m²
Obra de desvío temporal	73.511 m²

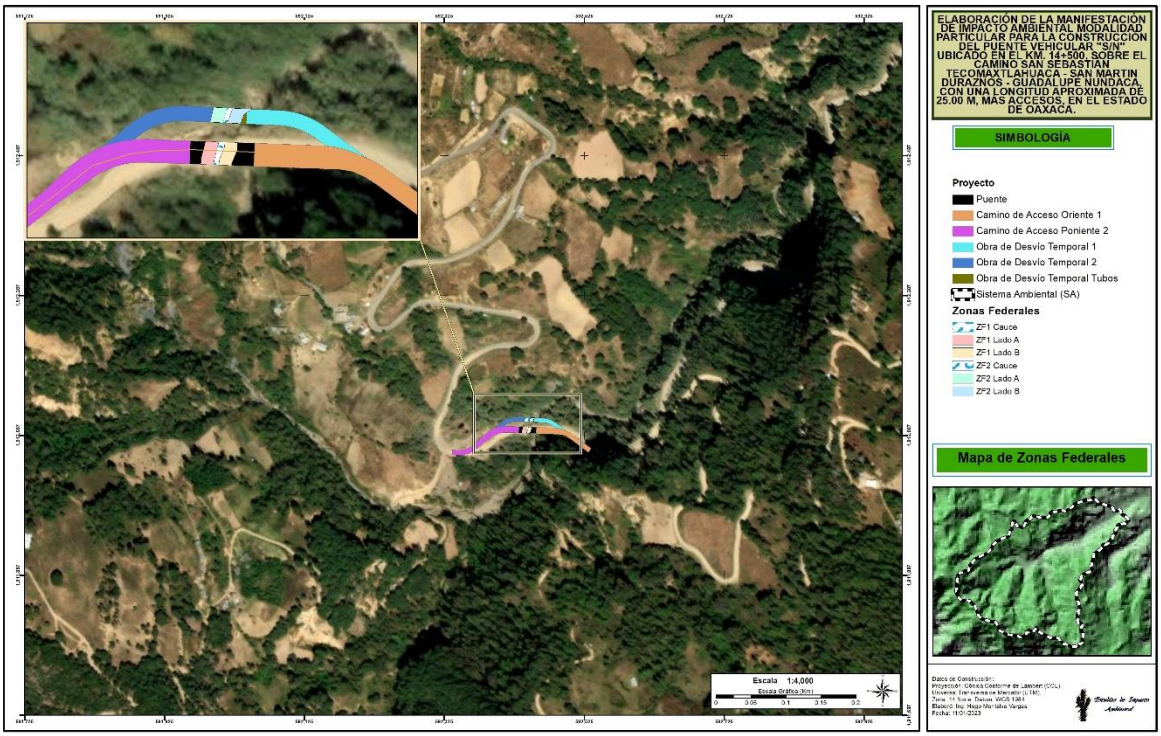


Imagen 5. Ocupación de Zona federal del proyecto.

II.1.5 Condición actual

II.1.5.1 Puente

Actualmente, el sitio del proyecto cuanta con una estructura de mampostería deteriorada que será removido para la construcción de la nueva superestructura. La vegetación que presenta se considera como ruderal con algunos individuos arbustivos.



Imagen 6. Estado actual de la estructura de mampostería

II.1.5.1 Obra de desvío

El sitio para la obra de desvío temporal, presenta vegetación ruderal con individuos arbolados que serán podados o removidos para la habilitación del camino de desvío. Al concluir con las obras, el sitio deberá ser reforestado con especies nativas a la región.

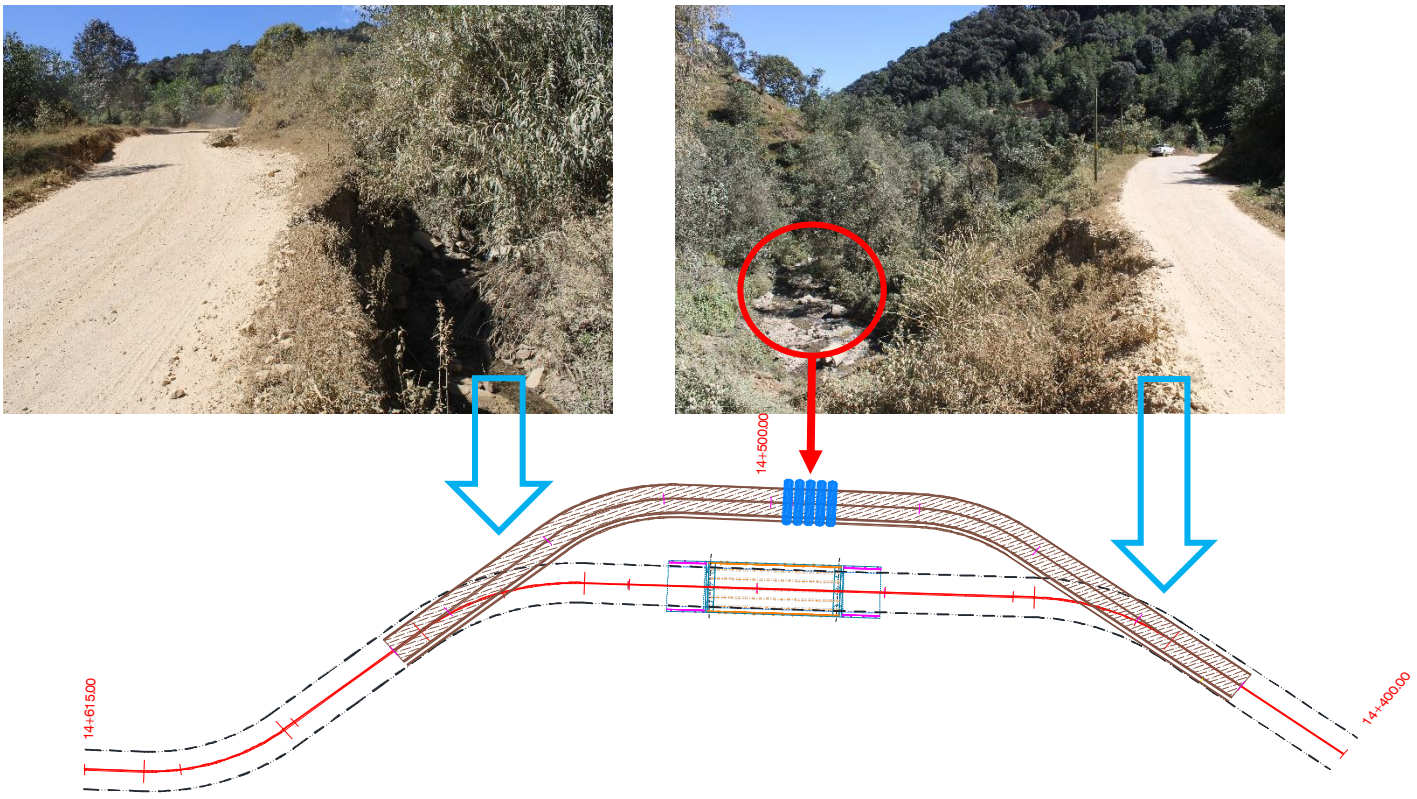


Imagen 7. Condición actual del sitio de la Obra de desvío temporal.

II.1.6 Inversión requerida

El presupuesto estimado para la ejecución del proyecto es de $ 29,353,168. El origen del recurso es federal. Los costos que a continuación se presentan, pueden modificarse en función del costo de materiales e insumos del año corriente en el que se realicen las obras del proyecto.

Tabla 10. **Inversión estimada para el desarrollo del proyecto.**

Preparación del sitio	Construcción	Operación y Mantenimiento	Total
$ 290,292.70	$ 6’660,527.55	$ 1’320,074.667	$290,292.70

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Preparación del sitio y construcción

Tabla 11. **Características particulares del puente**

Especificaciones geométricas	Puente Vehicular	Acceso 1 Oriente	Acceso 2 Poniente
Longitud total	25.00 m	84.75 m	106.25 m
Ancho de línea de ceros	9 m	8 m a 10 m	12 a 17 m
Ancho de corona	9 m	De 9 a 7 m	De 9 a 7 m
Ancho de calzada	7 m	7 m	7 m
Altura	10.5 m	0 m	0 m
Número y ancho de claros	1 claro de 25 m	0 m	0 m
Gálibo	6 m	0 m	0 m
Número y ancho de carriles	2 carriles de 3.5 m	2 carriles de 3.5 m	2 carriles de 3.5 m
Parapeto	32.3 m longitud 0.25 m ancho	0	0
Defensa metálica	0	35 m longitud 0.40 m ancho	53.4 m longitud 0.40 m ancho
Banqueta	32.3 m de longitud 0.75 m de ancho	0 m	0 m
Superficie total	224.9899 m^2	662.4394 m^2	841.3959 m^2
Ocupación de zona federal del Puente	113.7705 m^2	0 m^2	0 m^2
Ocupación de zona federal de la Obra de desvío temporal	73.511 m^2	0 m^2	0 m^2

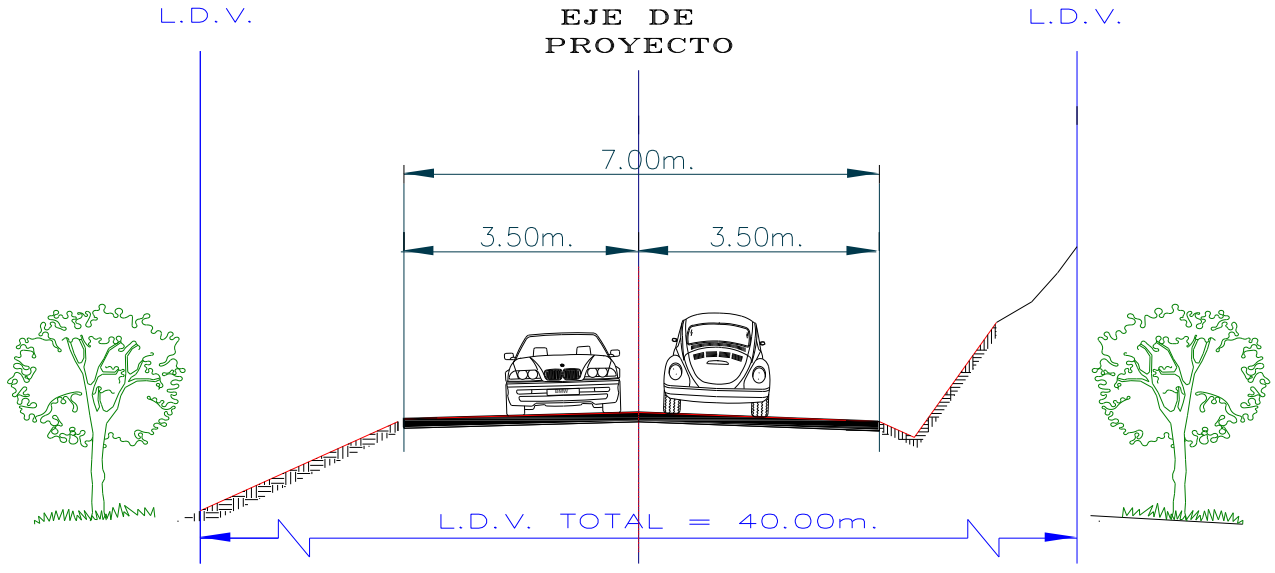


Imagen 8. **Sección del puente a construir.**

II.2.1.1 Superestructura

La superestructura está formada por un claro de 25.6 metros, alojando un trazo sin esviaje en planta y en una pendiente vertical constante, el tablero estará conformado por una losa maciza de 20 centímetros de espesor en toda su longitud, apoyadas sobre 6 trabes tipo AASHTO IV. Así mismo la losa soportará una carpeta asfáltica 5.0 centímetros de espesor, la guarnición al borde del tablero tendrá un ancho de 25 centímetros y una banqueta de 75 centímetros, esto de acuerdo con el manual de proyectos tipo de concreto reforzado de la SICT.

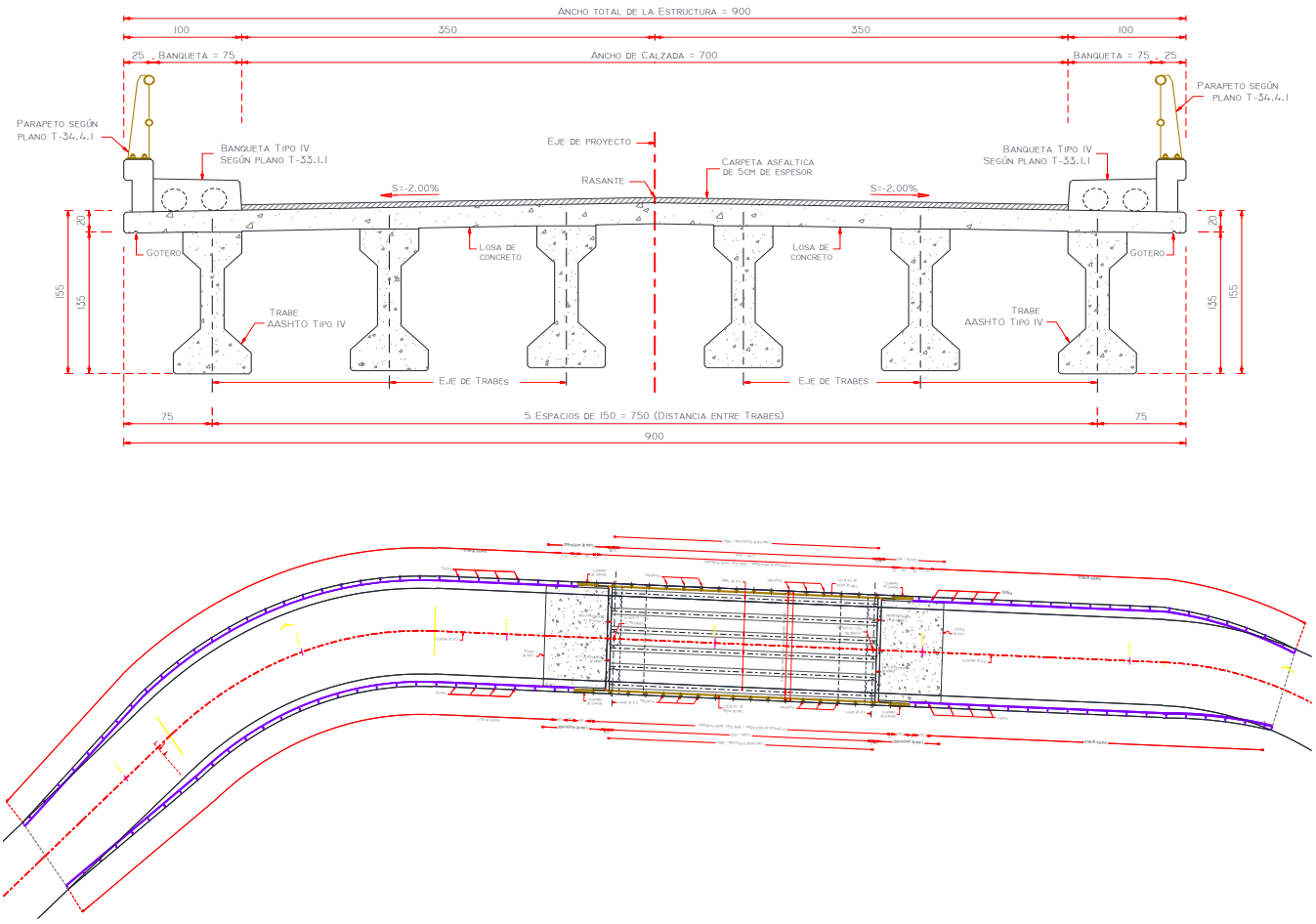


Imagen 9. Planta de la superestructura del puente

II.2.1.2 Hombro de terraplenes

Los hombros del puente serán terraplenes para dar la altura y estabilidad que los acceso requieren. Sin embargo, serán recubiertos en su pendiente más elevada Con concreto para evitar el deslave. El resto de los hombros será terraplén Sin concreto, por lo que permitirá la revegetación natural del suelo.

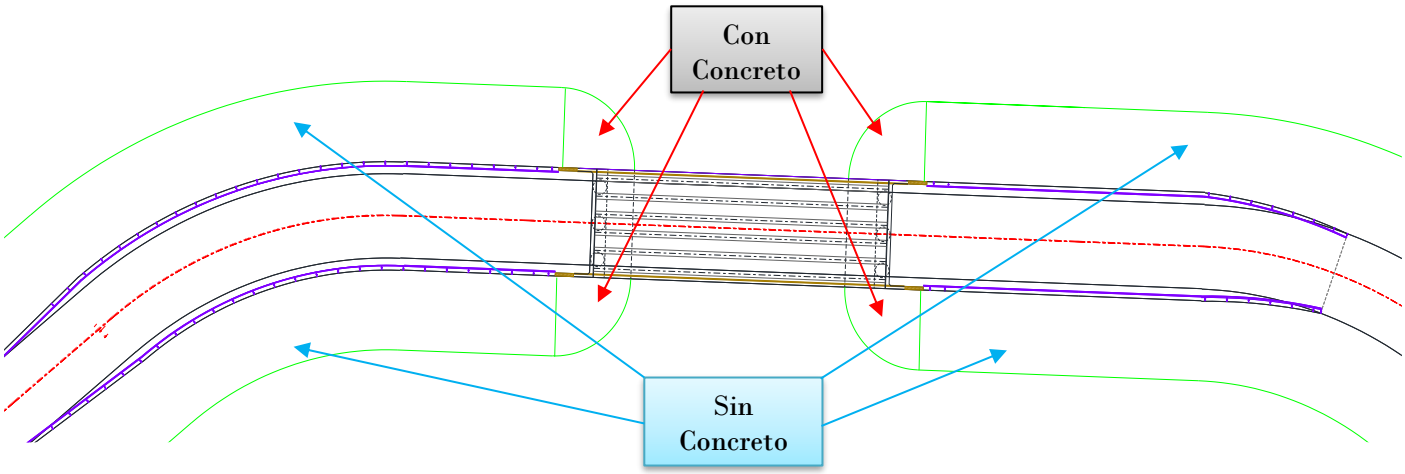






Imagen 10. Imágenes representativas del recubrimiento de concreto en los hombros del puente

II.2.1.3 Subestructura

La subestructura del puente "S/N 14+500" estará formada por 2 caballetes extremos de concreto reforzado sin esviaje conforme lo indica el trazo del proyecto. Así mismo los dos apoyos descargarán los pesos sobre pilotes de concreto reforzado de 1.20 diámetro conforme a lo indicado en el estudio de mecánica de suelos. La cimentación de los apoyos extremos será con tres pilotes. De acuerdo con la mecánica de suelos los pilotes deberán tener capacidades de carga admisibles de 355.70 y 418.80 Ton/Pila, respectivamente.

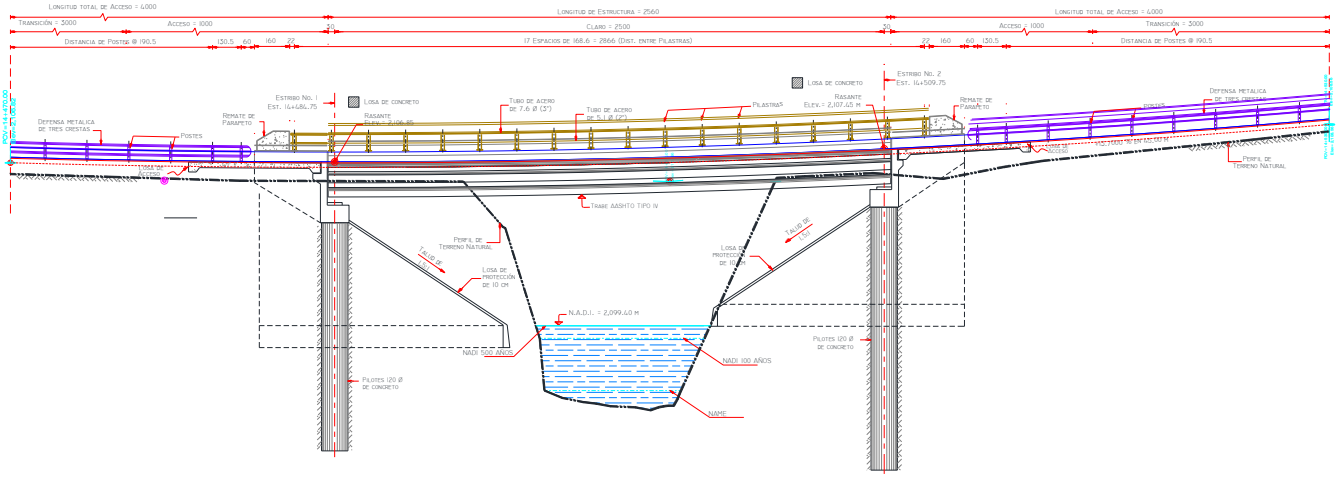


Imagen 11. Vista lateral de la Subestructura.

II.2.1.4 Construcción de la cimentación profunda

Previo a la construcción de las pilas de cimentación deberá definirse el nivel de la rasante del proyecto y deberá limpiarse el lugar de escombros y vegetación para seguir con el trazo y nivelación en ambas márgenes.

La cimentación se desplantará dentro del estrato resistente, para el caso de la margen derecha se desplantará en la elevación *2093.70 m*, y para el caso de la margen izquierda se desplantará en la elevación *2093.0 m;* se llevará un registro con detalles relevantes durante la construcción, incluyendo por lo menos información relativa a lo siguiente:

Fabricación

Se llevará un registro detallado de las pilas, que incluya la fecha de fabricación y visto bueno de la supervisión; las tolerancias de ± 5 cm con respecto a la longitud total de las pilas y de ± 1 cm en las dimensiones de la sección transversal y colocación del acero de refuerzo. El colado de tramos de pila se realizará a tope en un solo molde, numerando los tramos para garantizar su verticalidad durante el colado.

Control topográfico

Es indispensable contar con un equipo topográfico para referenciar los ejes y niveles de colocación de las pilas antes y después del colado, es decir, los de proyecto y los reales.

c) Equipo de Perforación

Para realizar los barrenos se utilizará un equipo de perforación con la herramienta adecuada para garantizar la verticalidad del barreno, minimizar la alteración del suelo adyacente a la excavación, obtener una perforación limpia y conservar las dimensiones del proyecto en toda la profundidad, evitando la sobre excavación lateral y vertical del terreno, como puede observarse en la siguiente tabla, correspondiente a los diferentes equipos de perforación y elegir el más adecuado para el lugar.

EQUIPO DE PERFORACION Y ALCANCES						
MARCA	MODELO	TIPO	PAR kg/m	DIÁMETRO PERFORANDO		PROFUNDIDAD mts
				mín	máx	max
CADWELL	200B	S/CAMION		0.30	1.20	26.0
WATSON	2000	S/CAMION	10788	0.30	1.50	32.0
WATSON	3000	S/CAMION	13825	0.30	1.50	32.0
WATSON	5000	S/CAMION	18400	0.30	2.00	35.0
SOILMEC	RTA/S	S/CAMION	10500	0.30	1.50	32.0
SANWA	D40K	S/GRUA	1840	0.30	0.60	40.0
CASAGRANDE	CBR120/38	S/GRUA	12000	0.45	1.50	32.0
SOILMEC	RT3/S	S/GRUA	21000	0.50	2.50	42.0
CASAGRANDE	CBR120/38	S/GRUA	12000	0.45	1.50	32.0
CASAGRANDE	CADRILL12	S/GRUA	12000	0.45	2.00	42.0
CASAGRANDE	CADRILL12	S/GRUA	21000	0.45	2.50	42.0

d) Estabilización del barreno de perforación

Para estabilizar las paredes de la perforación se utilizará lodo bentonítico, además éste permitirá remover y transportar recortes del material excavado que se encuentran en el fondo del barreno.

El lodo bentonítico más comúnmente usado por su bajo costo y fácil preparación incluye agua dulce, con menos de 1% de cloruro de sodio y menos de 12ppm de sales de calcio, en suspensión, mezclado con bentonita sódica o cálcica. El lodo bentonítico se dejará saturar 24 hrs en agua antes de su utilización, esto es con el fin de homogeneizar y permitir que el lodo adquiera todas las características y propiedades que permitan una buena utilización del mismo.

d) Acero de refuerzo

Una vez terminada la perforación se coloca el acero de refuerzo, utilizando separadores que aseguren el recubrimiento necesario, además de centrar el armado en la pila. El armado terminado, deberá ser lo suficientemente robusto para su manejo, izaje y descenso dentro del barreno sin que sufra deformaciones o desplazamiento de barras permanentes. Las varillas no deben estar armadas con demasiada densidad, que impida que el concreto fluya libremente entre ellas.

d) Concreto

Para la construcción de pilas se utilizan mezclan de alto revenimiento, auto-compactables, de 250 kg/cm^2 hasta 400 kg/cm^2 de resistencia con revenimientos mayores a 15 cm. Se debe asegurar el colado continuo para evitar juntas frías. No se recomienda el uso de acelerante de fraguado. Para el vaciado del concreto se utilizará tubo tremie, que busca colocar el concreto a partir del fondo de la perforación, dejando permanentemente embebido el extremo inferior de la misma; así al avanzar el colado tiene lugar un desplazamiento continuo del lodo manteniendo una sola superficie de contacto.

e) Pruebas de integridad física

Con el propósito de verificar la calidad de la construcción durante el colado de las primeras pilas se realizarán pruebas para comprobar las dimensiones y homogeneidad en toda la longitud de los elementos de cimentación; estas pruebas son indirectas y se basan en las características de propagación y reflexión de una onda en un medio heterogéneo.

f) Liga Estructural

Se excavará el área de cimentación hasta la profundidad de desplante de los cabezales; en el fondo se colocará una plantilla de concreto de f´c = 100 kg/cm2 y de 5 cm de espesor, posteriormente se demolerá el concreto contaminado de la parte superior de la pila o se continuará con la construcción del cabezal, ligando los armados de las pilas a la estructura.

Es importante mencionar que se requerirá un estricto control de calidad por lo que se recomienda que esta firma realice dicha actividad para el aseguramiento de la calidad de la obra.

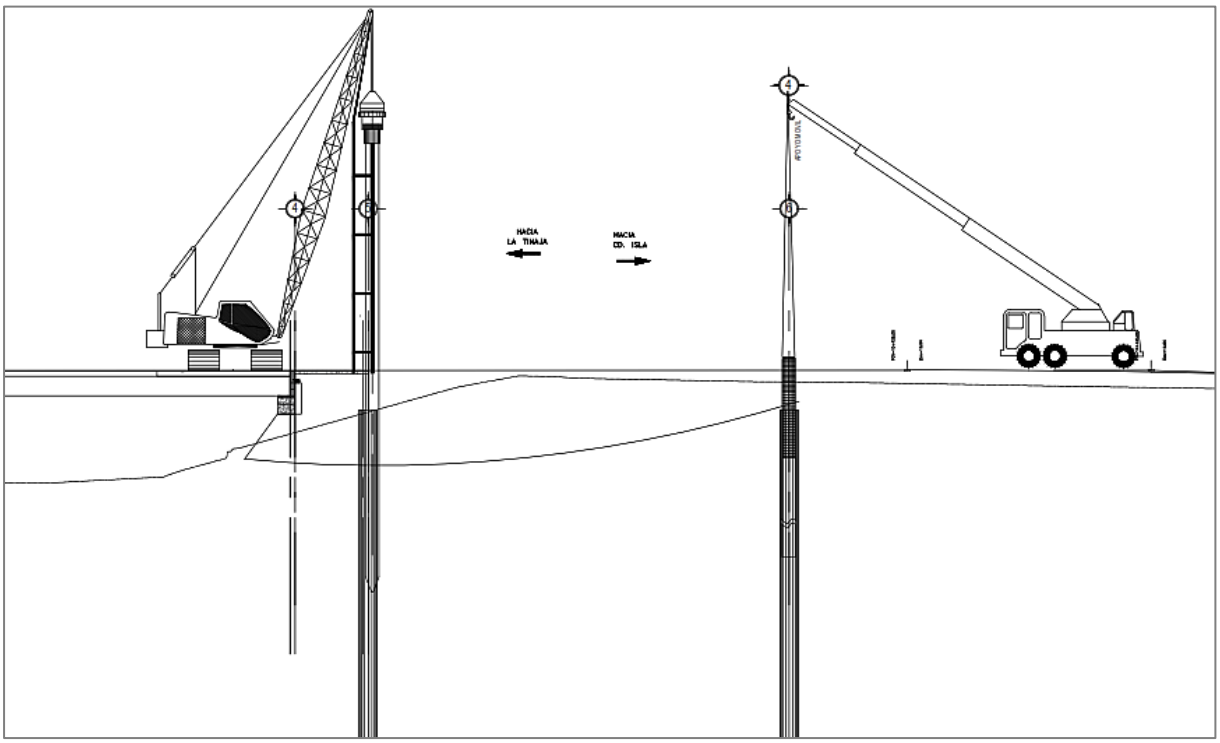


Imagen 12. Diagrama de la construcción de la cimentación profunda.

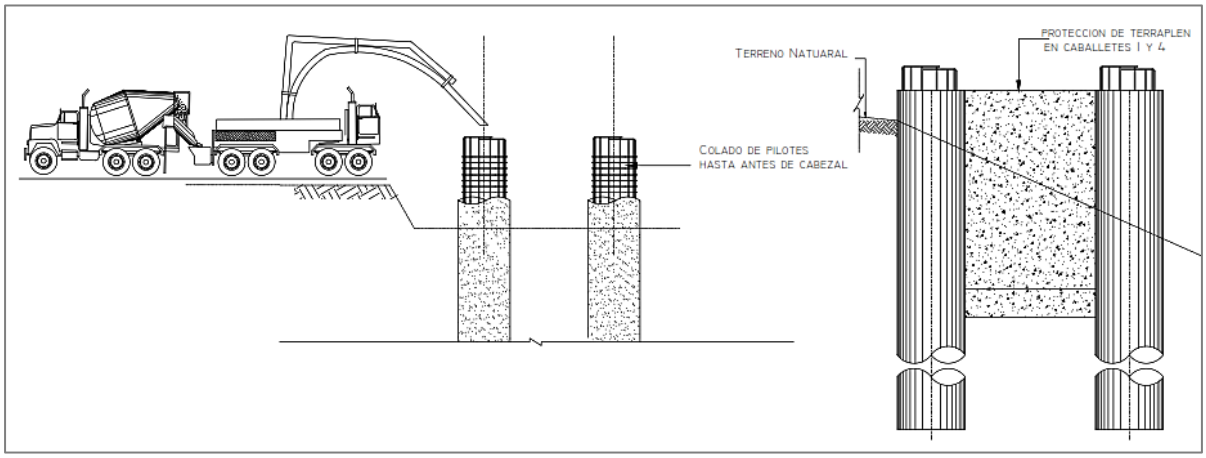


Imagen 13. Diagrama de la construcción de la cimentación profunda.

II.2.1.5 Colocación de parapeto metálico y asfalto

Durante la construcción de losa, se deja la preparación de la guarnición la cual recibirá el parapeto y juntas de proyecto el cuál se colocará hasta que el concreto f'c=250 kg/cm², se colocará la carpeta asfáltica con espesor de proyecto.

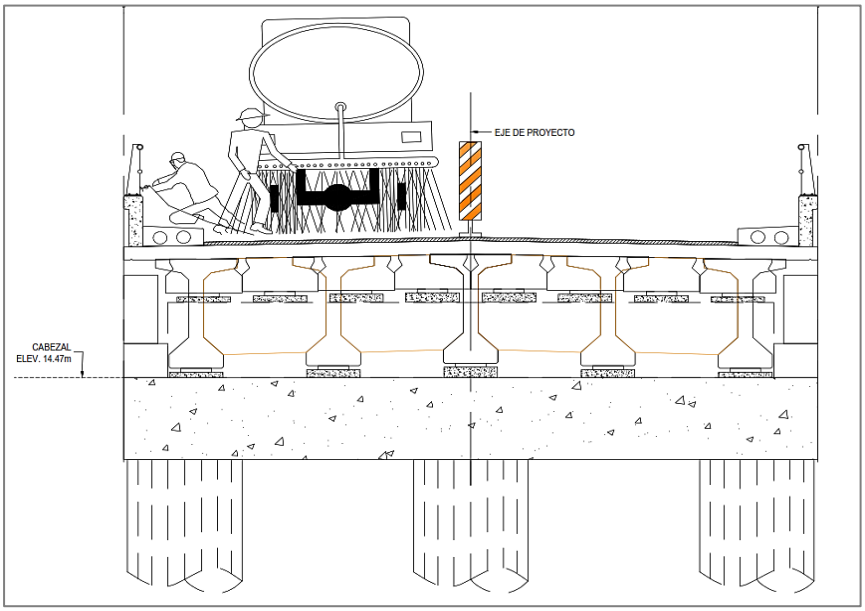


Imagen 14. Colocación de parapeto metálico y asfalto

II.2.1.6 Utilización de explosivos

No se utilizarán explosivos en ninguna actividad de este proyecto.

II.2.2 Obra de desvío temporal

La obra se realizará con tubos de lámina de 1.20 m de diámetro. Para la colocación de los tubos se hará la excavación necesaria para la correcta instalación de los tubos, y una vez colocados se

rellenará de material producto de corte, compactado al 90 % de la prueba de AASHTO estándar, como lo indica la normativa N-CTR-CAR-1-01-011/10.

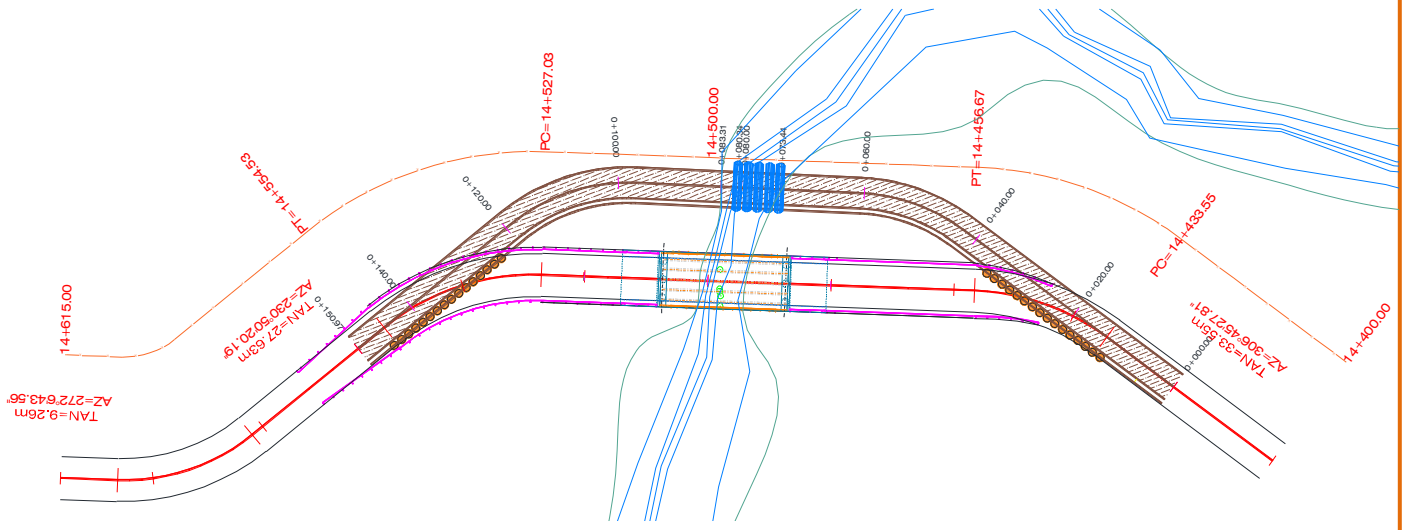


Imagen 15. Ubicación de la obra de desvío temporal

El material resultante de las excavaciones y que será usado para el posterior relleno para la colocación de los tubos será el siguiente:

Tabla 12. **Volumen de extracción para la obra de desvío**

Tipo de Obra	Volumen
Excavaciones	1121.79 m³
Mampostería	20.59 m³
Relleno para colocación de tubos	178.84 m³

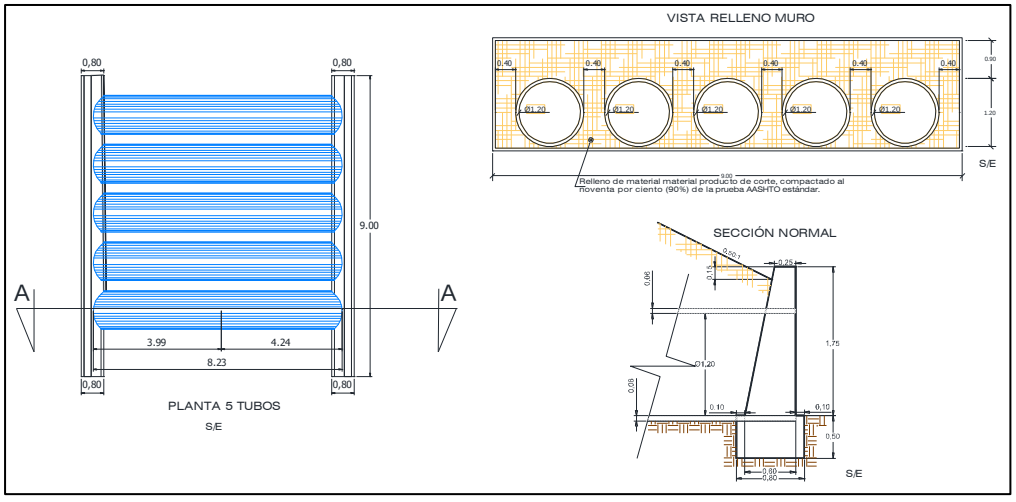


Imagen 16. Diseño de los tubos de acero para la obra desvío.

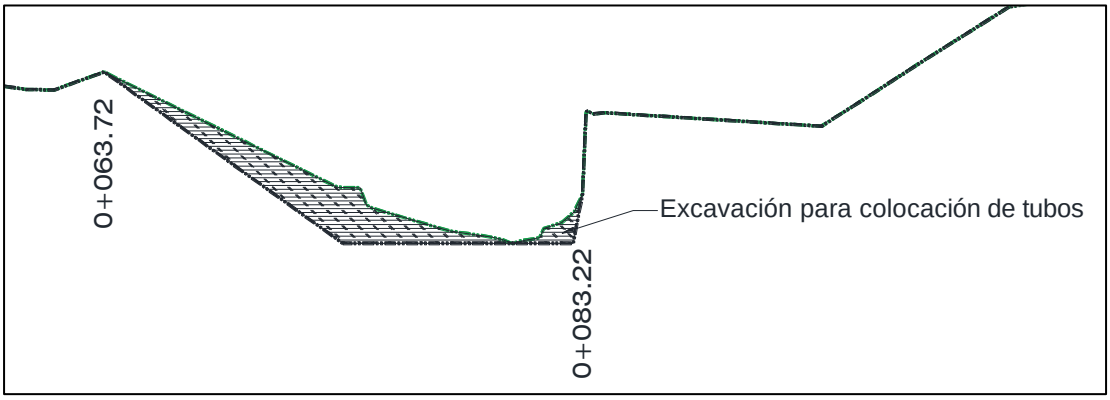


Imagen 17. Sitio de excavación para la colocación de tubos de acero

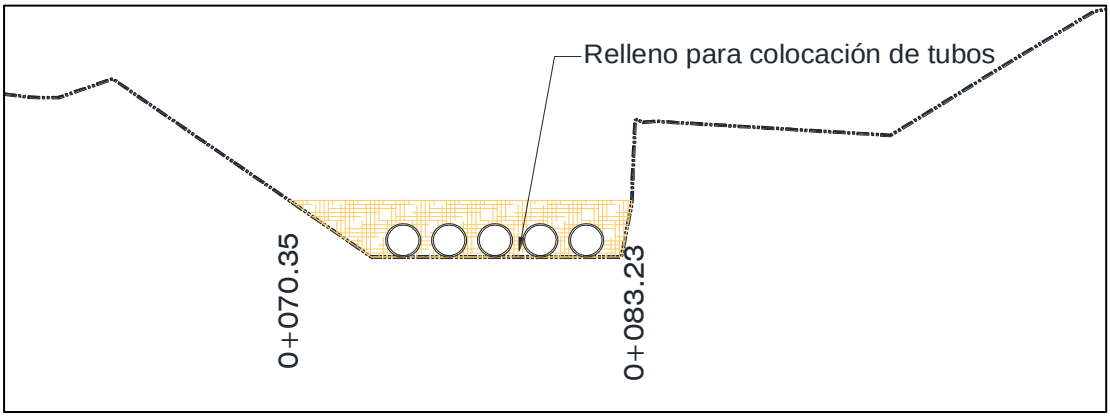


Imagen 18. Sitio de relleno para la colocación de tubos de acero

II.2.3 Operación y mantenimiento

II.2.3.1 Operación

La operación del Puente se considera como una estructura hidráulica es una obra asociada al camino, que da continuidad al trazo para librar el paso por el escurrimiento. Por lo tanto, la operación será una actividad continua, que se llevará a cabo por los usuarios del camino.

II.2.3.2 Mantenimiento

El puente estará sometido a evaluaciones periódicas sobre su funcionamiento y condiciones, de tal manera que la SCT determinará en base a las inspecciones que realice, cuando sea necesario implementar acciones normativas, preventivas o ejecutivas. Definiendo el tipo y periodo de conservación que debe aplicarse.

1. Conservación Rutinaria
2. Conservación Periódica (reparación)
3. Reconstrucción o Reforzamiento

Los trabajos de conservación rutinaria se realizarán cuando la estructura haya sido evaluada en el Grado "C" (nivel 4-5) de acuerdo a los reportes de inspección; y en complemento de la conservación periódica y reforzamiento si así lo amerita.

La conservación periódica (reparación) se realizará cuando se presenten deterioros que todavía no tienen carácter estructural (como la aplicación de pintura a elementos metálicos que aún no presentan corrosión), también se atenderán daños con carácter estructural y se limitaran a recuperar la capacidad original del proyecto (por ejemplo, la reparación de grietas); por lo general, los puentes calificados en el Grado "B" (nivel 2-3) son a las que se aplica este tipo de conservación.

Los trabajos de reconstrucción o reforzamiento, se realizan generalmente a puentes que son calificados en el Grado "A" (nivel 0-1), la reconstrucción ocurre cuando es poco factible reforzarla o repararla y puede darse la reconstrucción total o parcial de la estructura.

Tabla 13. **Correlación de la conservación con el nivel de condición**

Conservación	Periodo	Nivel de condición
Rutinario	Cada año	Grado C (4-5)
Periódica (reparación)	Periodos establecidos por la dependencia encargada	Grado B (2-3)
Reconstrucción o reforzamiento	Cuando el daño se presente y la dependencia encargada lo indique	Grado A (0-1)

II.2.3.3 Etapa de abandono del sitio

En esta etapa se considera el retiro de las obras provisionales del proyecto. El contratista deberá retirar cualquier construcción provisional y trasladar los residuos generados por desmantelamiento de las obras a un lugar de disposición final, señalado por el supervisor y SCT, y autorizado por el municipio.

El sitio de obras provisionales deberá quedar totalmente limpio de basura, papeles, trozos de madera, etc. Se procederá a escarificar el suelo y readecuarlo a la morfología existente del área, en lo posible a su estado inicial.

II.2.4 Descripción de obras complementarias y actividades provisionales del proyecto

Todas las obras provisionales serán establecidas preferentemente en sitios desprovistos de vegetación dentro la línea de ceros y el derecho de vía. La superficie aproximada a usar con 800 m².

Tabla 14. **Superficie de ocupación de las obras provisionales.**

Obra provisional	Superficie	Características ambientales
Almacén de materiales, equipo y herramientas	150 m²	Impactado o preferentemente sin vegetación
Almacén de combustibles	100 m²	
Almacén de residuos peligroso	30 m²	
Campamento	200 m²	
Taller	100 m²	
Patio de maquinaria	200 m²	
Sanitarios provisionales	20 m²	
SUPERFICIE TOTAL	**800 m²**	

Se entiende por obras provisionales a todas aquellas que el contratista debe diseñar, construir, instalar y retirar, y que son necesarias para la construcción del proyecto.

Cercano al sitio del proyecto se encuentran terrenos sin vegetación natural, dedicados a la agricultura de temporal o como pastizales, los cuales podrían rentarse para usarlos en la colocación de obras provisionales.

En el Capítulo VI en el apartado de clasificación de las medidas de mitigación se presentan las recomendaciones necesarias para la colocación de las obras provisionales, así como para el manejo y almacenamiento de residuos peligrosos y no peligrosos generados en la obra.

En los párrafos siguientes se presenta una descripción general de las obras provisionales que posiblemente requerirá el proyecto; las especificaciones particulares de construcción de cada una de estas obras quedarán a cargo de la empresa constructora correspondiente.

II.2.4.1 Almacén o bodega

Consiste en un cuarto comúnmente construido con láminas de cartón sostenidas sobre una estructura de madera (polines). Las dimensiones estarán en función de la cantidad de materiales a emplear en la obra.

En este lugar se guardan los insumos y el equipo como son las siguientes: Herramienta menor, combustibles, aceites, lubricantes, aditivos, accesorios y material de poco volumen (clavos, alambre). Además de que también se podrán guardar los repuestos del equipo de seguridad de los trabajadores (cascos, overoles, googles, etc.).

Para proteger el suelo donde se ubica la bodega de posibles derrames de sustancias nocivas se deberá de impermeabilizar (colocando un polímero resistente que no permita infiltraciones al suelo). La impermeabilización deberá de estar ubicada en toda el área donde se encuentre la bodega y hasta 3 metros de distancia de la periferia de la misma. La bodega deberá ser retirada al finalizar la construcción del puente.

El inventario debe de contener:

- La identificación de la SQP
- Nombre comercial y sinónimos
- No. CAS (Chemical Abstracts Service)
- Fórmula química
- Cantidad nominal
- Fabricante
- Ubicación del producto
- La identificación de peligros y riesgos (Con base a Sistemas armonizado de identificación y comunicación de los mismos)

Todos los contenedores de combustibles, aceites, lubricantes y aditivos de pintura presentarán la identificación adecuada de peligro y riesgo de la sustancia y deberán contemplar condiciones de seguridad e higiene establecidas en la NOM-005-STPS-1998.

II.2.4.2 Taller

Es un área donde se reparará la maquinaria de manera emergente que labora durante la obra. Para proteger el suelo donde se ubicará el taller de posibles derrames de sustancias nocivas (aceite, diésel),

se deberá impermeabilizar el suelo (colocando un polímero resistente que no permita infiltraciones al suelo).

Este taller provisional deberá de ser removido al finalizar la construcción del puente.

II.2.4.3 Patio de maquinaria (estacionamiento)

Será un sitio habilitado para estacionar la maquinaria, al término de la jornada de trabajo diaria. Se deberá utilizar la misma área destinada a taller.

II.2.4.4 Campamento (oficina, dormitorios y comedor)

La construcción de un campamento es otra de las obras provisionales que requerirá el proyecto. Es muy probable que el campamento se establezca en las cercanías del proyecto, donde se podrán emplear construcciones existentes que se adapten cabalmente a los requerimientos especificados. El contratista deberá efectuar todos los pagos por la prestación de los servicios de luz, agua, alimentación, etc., que se requieran.

II.2.4.5 Instalaciones sanitarias

Debido a que existe un camino, se facilita el transporte de los servicios sanitarios portátiles, recomendándose instalar servicios sanitarios en los frentes de trabajo en cantidad suficiente, para cubrir la demanda del personal que labore en la obra (1 sanitario por cada 12 trabajadores). Estas instalaciones podrán ser portátiles o semi-portátiles. La recolección de los residuos generados por este servicio quedará a cargo de la empresa que prestará el servicio de los sanitarios portátiles, así como, su mantenimiento mientras dure la construcción.

Cualquier impacto negativo ocasionado por el mal manejo durante el retiro de los sanitarios portátiles deberá ser mitigado por la empresa encargada de prestar el servicio de renta de sanitarios.

II.3 Programa de trabajo

Para la calendarización de la construcción del puente, se estima un tiempo aproximado de 8 años, en el cual, se construirá el puente y se conformarán y pavimentarán los accesos al mismo. La cimentación se tiene contemplada realizarla en temporada de estiaje para generar los menores impactos posibles al escurrimiento.

Tabla 15. **Programa de trabajo para la construcción del proyecto.**

Etapa	Actividad	Año							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Preparación del sitio	Instalación de obras provisionales	X	X						
	Desmonte y despalme	X	X						
Construcción	Excavaciones			X	X	X			
	Cortes y Terraplenes					X	X	X	
	Drenaje menor						X	X	X
	Obras complementarias de drenaje						X	X	X
	Construcción de la superficie de rodamiento						X	X	X
	Señalética horizontal y vertical								X

	Abandono del sitio								X
Medidas de mitigación	Medidas preventivas	X	X	X	X	X	X	X	X
	Programas Ambientales	X	X	X	X	X	X	X	X

II.4 Banco de materiales

A continuación, se muestran los datos de identificación del banco de préstamo que será usado por el proyecto.

Tabla 16. **Ubicación de los bancos de materiales de préstamo**

Nombre	Tipo de material	Ubicación	Uso
Triturados Michelle	Grava	En el Km 98 de la carretera Hajuapan – Putla.	Base Hidráulica y Carpeta asfáltica
Banco Rio Duraznos	Grava	En el Km 10+112 sobre el camino Tecomaxtlahuaca – San Martín Duraznos	Base Hidráulica y Carpeta asfáltica
Paraje Sabino Solo	Grava	En el km 5+412 sobre el camino Tecomaxtlahuaca – San Martín Duraznos	Base Hidráulica y Carpeta asfáltica

II.2.5 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

II.2.5.1 Residuos en la etapa de preparación del sitio y construcción

Algunas de las actividades necesarias para ejecutar la construcción del proyecto generarán residuos, para los cuales, la empresa constructora a cargo se encargará del manejo y disposición final. En la siguiente tabla se enlistan los residuos peligrosos y no peligrosos que probablemente se producirán.

Tabla 17. **Residuos en la etapa de preparación del sitio y construcción**

Punto de generación	Tipo de residuos	Clasificación del residuo	Manejo y disposición final de los residuos
DESMONTE	Residuos de tipo vegetal (*ramas, hojarasca*)	Residuos Sólidos Orgánicos No Peligrosos	Para reutilizar los residuos vegetales se recolectará y se reducirá el tamaño de las ramas grandes, para proceder a realizar una composta o almacenar y confinar para reutilizarlo en la revegetación o disponerlo en áreas inertes cercanas al proyecto, con el fin de obtener un mejor desarrollo del suelo fértil.
EXCAVACIÓN Y PERFORACIÓN	Material inerte (suelo, residuos de rocas)	Residuos de manejo especial No Peligrosos	Los residuos de manejo especial que no se utilice en los terraplenes, deberá enviarse fuera del área de la obra, para ser destinados a los sitios que designen las autoridades competentes (SCT y municipio).
CIMENTACIÓN, SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA	Pedazos de varilla de acero, trozos de madera, bolsas de plástico y papel, cartones, clavos y	Residuos Sólidos No peligrosos	Estos residuos se tendrán que recolectar y seleccionar, separando los que se puedan reutilizar, y guardarlos bajo techo, para posteriormente entregarlos a empresas recicladoras. Los residuos que no se puedan

	alambre, etc.		reciclar, deberán ser dispuestos en lugares designados por la autoridad municipal.
TERRAPLENES DE ACCESO AL PUENTE	Polvo	Emisiones de partículas No peligrosas	Humedecer el material de construcción de terraplenes para evitar la formación de grandes cantidades de polvo.
SEÑALAMIENTO	Residuos de pintura y solventes	Residuos Líquidos Inorgánicos Peligrosos	Deben ser tratados como residuos peligrosos y ser entregados mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a una empresa autorizada.
CAMPAMENTO	Restos de alimentos en general, papeles y cartones	Residuos Sólidos Orgánicos No Peligrosos	Sitio autorizado por el municipio para la disposición final de los residuos urbanos (tiradero) o ser entregados al servicio de limpia del municipio.
	Vidrios, Plásticos y Latas, Unicel	Residuos Sólidos Inorgánicos No peligrosos	
	Agua Residual	Residuos Líquidos Orgánicos No peligrosos	Servicios sanitarios portátiles con fosa anaeróbica. Las descargas de los servicios sanitarios tendrán que realizarse en un sitio autorizado por el municipio.
MAQUINARIA	Emisiones a la atmósfera PTS Bióxido de Azufre (SO_2) Monóxido de Carbono (CO) Óxidos de Nitrógeno (NOx) Ozono (O_3) Hidrocarburos	Emisiones atmosféricas No peligrosas	Para el control de emisiones se necesitarán afinaciones y que se verifiquen las unidades por lo menos cada seis meses.
	Estopas y cartones impregnados de aceite, grasa o algún otro material combustible Botes vacíos de aceite, de grasas, de combustible, de solventes y pintura, piezas inservibles de la maquinaria	Residuos Sólidos Peligrosos	Todos estos residuos se colocarán en contenedores con tapa y bajo techo y se procederá a entregar mediante Manifiesto Generador de Residuos Peligrosos, a la empresa transportista y de disposición final; verificando que esta empresa cuente con las autorizaciones respectivas.
	Aceites Usados	Residuos Líquidos Peligrosos	Estos residuos deberán ser almacenados en contenedores que no permitan su contacto con el ambiente, al final de la construcción del puente deberán ser entregados mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a empresas encargadas de recolectarlos.

El contratista debe tener en cuenta que todos los residuos sólidos y líquidos que por sus propiedades físicas, químicas y biológicas cuenten con las características de peligrosidad que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, deberán ser manejados de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de La Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

II.2.5.2 Residuos en la etapa de operación y mantenimiento del puente

En esta etapa se consideraron dos actividades fundamentales:

- Tránsito vehicular diario
- Mantenimiento

Durante la operación se estudiaron los impactos que producen la circulación vehicular, tales como contaminación del aire y basura que arrojan en la cercanía del puente, entre otros.

El personal que laborará en el mantenimiento generará basura (residuos no peligrosos), por lo tanto, será necesaria la recolección en contenedores y proceder a clasificarlos en materiales reciclables (cartón, vidrio y plástico), para que se guarden en contenedores o bolsas de plástico, bajo techo para entregarla a empresas recicladoras.

El equipo de construcción para el mantenimiento generará emisiones a la atmósfera de: PTS, bióxido de azufre, óxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, para controlar las emisiones se necesitará emplear equipos afinados.

Los materiales o contenedores impregnados de aceite, así como cartones de grasa, mangueras y llantas se colocarán en los contenedores con tapa y bajo techo para entregar mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a la empresa responsable.

II.2.6 Generación de gases efecto invernadero

II.2.6.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros.

Las fuentes móviles que operan en la construcción incluyen vehículos pesados utilizados en las operaciones de excavación, compactación y camiones de transporte de material principalmente. Las emisiones de estas fuentes dependen del combustible y las condiciones del equipo, y aun cuando estas pueden ser relativamente pequeñas, la cantidad de emisiones a nivel global constituye una gran preocupación.

La maquinaria que se utiliza para la construcción en México en su mayoría utiliza diésel como combustible y generan los siguientes contaminantes:

- Material particulado (MP)

Representa una mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire. Este contaminante se divide en 4 categorías dependiendo del tamaño de las partículas.

1. MP10, partículas tienen un diámetro aerodinámico menor que 10 [mm].
2. MP2,5 partículas finas que tienen un diámetro menor que 2,5 [mm], representan alrededor de 97% del MP10.
3. Partículas ultra finas que tengan un diámetro menor que 0,1 [mm] o 100 [nm].
4. Nano partículas, las cuales son caracterizadas por diámetros menores que 50 [nm].

El principal contribuyente de las emisiones de material particulado, expresado como MP10, es el parque automotor diésel. En este tipo de motores, las partículas se forman debido a la creación de

zonas de baja temperatura o de baja disponibilidad de oxígeno en el frente de llama durante la combustión. La calidad de la combustión depende, principalmente, de las características de la inyección del combustible, de las características de mezclado combustible-aire, y de la presencia de combustible y aceite lubricante en las paredes de la cámara de combustión y en los asientos de las válvulas de aire.

Hoy en día, la tecnología ha logrado disminuir los factores de emisión en más de un 80% con respecto a los niveles en 1990. Los principales cambios introducidos han sido el mejoramiento de la inyección de combustible hacia mayores presiones, el rediseño de la cámara de combustión para mayor turbulencia, el turbo cargador con enfriamiento para aire, tiempos de inyección flexibles, introducción de dos válvulas, entre otros. Un vehículo diésel puede incluso emitir menores concentraciones en números de partículas que uno de gasolina o GLP, si este está equipado con una trampa o filtro de partículas (Andersson, 1998-2001).

Cuando se habla del cambio climático y de sus causas, lo más frecuente es dirigir nuestra atención hacia los gases de efecto invernadero (CO_2, $CFC's$, CH_4, N_2O). A menudo se olvida que, además de estas emisiones, existen otros fenómenos de origen antropogénico que juegan un factor decisivo. Entre ellos, destacamos los llamados Contaminantes Climáticos de Vida Corta, esto significa que su permanencia en la atmósfera es relativamente corta, entre los que se encuentra el Black Carbon.

El Black Carbon representa el 80% de las MP2,5 y se compone principalmente de partículas sólidas generadas por la combustión incompleta de combustibles fósiles, principalmente diésel.

- NOx

Los óxidos de nitrógeno (NOx), los cuales son un conjunto de óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2), son contaminantes primarios de mucha trascendencia en los problemas de contaminación.

El emitido en más cantidad es el monóxido de nitrógeno (NO), pero sufre una rápida oxidación a dióxido de nitrógeno (NO_2), siendo este el que predomina en la atmosfera.

Los óxidos de nitrógeno (NOx) tienen una vida corta y se oxidan rápidamente a nitrato (NO_3) en forma de aerosol o ácido nítrico (HNO_3).

Tienen una gran trascendencia en la formación de smog fotoquímico, del nitrato de peroxiacetilo (PAN) e influye en las reacciones de formación y destrucción de ozono, tanto troposférico como estratosférico, así como en el fenómeno de la lluvia ácida.

En grandes concentraciones produce daños a la salud y a las plantas, además corroe tejidos y materiales diversos.

- CO

El monóxido de carbono es el contaminante del aire más abundante en la capa inferior de la atmósfera sobre todo en el entorno de las grandes ciudades. Es un gas incoloro, inodoro e insípido, muy ligero insoluble en agua. Es inflamable y se caracteriza por su gran capacidad de dispersión.

La formación del monóxido de carbono (CO) es generalmente el resultado de la combustión incompleta del carbono en el interior del motor, y es el contaminante emitido en mayor cantidad a la atmosfera (después de CO_2) por causas no naturales debido a que la actividad humana lo genera en grandes cantidades.

Los efectos que se relacionan a la presencia de CO a nivel local se producen, debido a que, es un gas tóxico y la exposición del ser humano en grandes concentraciones puede producirle la muerte. Estos efectos son debido a que al combinarse con la hemoglobina de la sangre disminuye su capacidad de ejercer su función normal de transporte de oxígeno.

- CO_2

El dióxido de carbono (CO_2) (también llamado anhídrido carbónico) es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Es un gas de efecto invernadero, provocado principalmente por la actividad industrial, el cual actúa de manera similar a un techo de vidrio de un invernadero, atrapando el calor y recalentando el planeta.

En el siguiente apartado se realiza la estimación aproximada de emisiones de efecto invernadero que probablemente generara el uso de maquinaria que se empleara en la construcción del puente.

II.2.6.2 Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

Etapa de preparación del sitio y construcción

Para elaborar la estimación total de contaminantes en la etapa de preparación del sitio y construcción, primero es necesario caracterizar la maquinaria. Las emisiones de CO, NOx y MP dependen de la potencia del motor, la antigüedad del equipo y las horas de uso de esta. Para el CO_2 el cálculo se realizó con el consumo de combustible de las maquinarias y las variables mencionadas anteriormente, exceptuando la antigüedad.

Maquinaria

Las maquinas descritas en este apartado serán aquellas que comúnmente son utilizadas en los proyectos de construcción de puentes, las cuales son de varios tipos, potencias y tamaños del motor. La información referida a estos equipos fue extraída de la fuente Ritchiespecs 2007-2017.

Se emplea el término "maquinaria fuera de ruta" que se define como cualquier máquina móvil, equipo industrial portátil o vehículo con o sin carrocería, no destinados al transporte de pasajeros o mercancías por carretera, aptos para desplazarse sobre suelo, con o sin carrocería y que funciona en base a motores de combustión interna, de encendido por compresión con una potencia instalada igual o superior a 19 kW, pero inferior a 560kW.

Retroexcavadora

Es una máquina que se utiliza para excavaciones en terrenos. Consiste en un balde de excavación en el extremo de un brazo, el cual es articulado en 2 partes. El chasis puede estar montado sobre cadenas o ruedas. En este último caso están provistas de gatos hidráulicos para fijar la maquina al suelo para darle estabilidad.



Especificaciones retroexcavadora CAT 420D

- Potencia Neta: 85hp
- Displacement/ Cilindrada: 4L

- Modelo: 3054T
- Norma emisión: Tier 2

Rodillo compactador



Son rodillos vibratorios de trabajos pesados que son ampliamente utilizados para compactar la grava, piedra triturada, arena del suelo, rocas y otros materiales de relleno no cohesivos en la capa de base y el sustrato de caminos. Son utilizados para nivelar y compactar la tierra.

Especificaciones rodillo compactador Caterpillar CSC-583

- Potencia neta: 153hp
- Displacement/Cilindrada: 6.6L

Camiones



Son camiones pequeños ocupados principalmente para acarreo de materiales y personal, poseen potencias bajas inferiores a 500hp. No son considerados maquinaria fuera de ruta; sin embargo, se aceptarán en el presente estudio principalmente porque poseen motores diésel y emiten los mismos contaminantes, aunque en menor medida que los motores fuera de ruta.

Especificaciones Ford Louisville

- Potencia neta: 294hp
- Displacement/Cilindrada: 10L

Nivel de Actividad (NA)

La maquinaria fuera de ruta suele ser utilizada en extensas jornadas de trabajo. El nivel de actividad (NA) representa las horas anuales típicas de los equipos. En la siguiente tabla se observan los niveles utilizados para el cálculo de emisiones:

Tabla 18. **Nivel de actividad utilizada para maquinaria**

Maquina	Horas al día	Funcionamiento semanal	Nivel de actividad (h)
Retroexcavadora	8	Lunes a sábado	576
Rodillo compactador	8	Lunes a sábado	576
Camiones	8	Lunes a sábado	576

Para el cálculo del nivel de actividad se multiplicó las horas al día por los días de la semana, asumiendo una utilización de 12 semanas (la estimación de este periodo se realizó considerando que la utilización de la maquinaria será eventualmente en periodos planeados para las actividades de excavación, compactación y acarreo de materiales, dejando el resto del tiempo solicitado para los armados y colados de todas las partes que componen el puente).

Factor de Carga (FC)

Este factor representa el % de potencia al cual trabaja la máquina, siendo este un valor promedio extraído del informe de Geasur[1], 2014.

Tabla 19. **Factor de carga**

Maquina	Factor de carga
Retroexcavadora	0.21
Rodillo compactador	0.59
Camiones	0.5

Factor de Emisión (FE)

Los factores de emisión utilizados (Imagen 19) son los impartidos en EU, los cuales provienen del documento "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook" (CORINAIR, 2013), de la Agencia Ambiental de Europa, específicamente en el apartado "Non-road mobile sources and machinery".

EPA

La agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA) ha fijado los valores límites máximos permitidos de los motores fuera de ruta al momento de ser comercializados, es decir cuando están nuevos. Esta normativa se denomina Tier y ha sido desarrollada en fases: Tier 1, Tier 2, Tier 3, Tier 4 y Tier4N. En la Tabla 20, se muestra como se distribuye la normativa según la potencia nominal del motor y el año en que fue fabricada la maquina:

Tabla 20. **Variación normativa EPA según tamaño del motor. Fuente (Geasur,2014)**

Potencia Neta	Hp < 11	11 ≤ Hp < 25	25 ≤ Hp < 50	50 ≤ Hp < 75	75 ≤ Hp < 100	100 ≤ Hp < 175	175 ≤ Hp < 300	300 ≤ Hp < 600	600 ≤ Hp < 750	750 ≤ Hp < 1207	1207 ≤ Hp
Año	Kw < 8	8 ≤ Kw < 19	19 ≤ Kw < 37	37 ≤ Kw < 56	56 ≤ Kw < 75	75 ≤ Kw < 130	130 ≤ Kw < 225	225 ≤ Kw < 450	450 ≤ Kw < 560	560 ≤ Kw < 900	900 ≤ Kw
2000	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1
2001	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 2	Tier 1	Tier 1	Tier 1
2002	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 1	Tier 1
2003	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 1	Tier 1
2004	Tier 1	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 1	Tier 1
2005	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 1	Tier 1
2006	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 2	Tier 2
2007	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 2	Tier 2
2008	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 2	Tier 2
2009	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 2	Tier 2
2010	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 2	Tier 2
2011	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 3	Tier 3	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4
2012	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4
2013	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4
2014	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4

[1] Geasur es una organización de derecho privado constituida en el año 2009, dedicada a diseño, implementación de soluciones y medidas tecnológicas para el control de emisiones atmosféricas provenientes del sector público y privado.

Donde los valores límites de emisión, en g/Kw-h son los siguientes:

Imagen 19. Factor de emisión para MFR nueva entrega (EPA,2004)

Potencia hp	Norma	CO	NOx	MP
>75 - 100	Tier 0	4,75	9,38	0,98
	Tier 1	3,22	7,61	0,64
	Tier 2	3,22	6,39	0,33
	Tier 3	3,22	4,08	0,41
	Tier 4	0,32	4,08	0,01
	Tier 4N	0,32	0,38	0,01
>100 - 175	Tier 0	3,67	11,39	0,55
	Tier 1	1,18	7,68	0,38
	Tier 2	1,18	5,57	0,24
	Tier 3	1,18	3,40	0,30
	Tier 4	0,12	3,40	0,01
	Tier 4N	0,12	0,38	0,01
>175 - 300	Tier 0	3,67	11,39	0,55
	Tier 1	1,02	7,58	0,34
	Tier 2	1,02	5,44	0,18
	Tier 3	1,02	3,40	0,20
	Tier 4	0,10	3,40	0,01
	Tier 4N	0,10	0,38	0,01

Potencia hp	Norma	CO	NOx	MP
>300 - 600	Tier 0	3,67	11,39	0,55
	Tier 1	1,78	8,18	0,27
	Tier 2	1,15	5,89	0,18
	Tier 3	1,15	3,40	0,20
	Tier 4	0,11	3,40	0,01
	Tier 4N	0,11	0,38	0,01
>600 - 750	Tier 0	3,67	11,39	0,55
	Tier 1	1,80	7,92	0,30
	Tier 2	1,80	5,57	0,18
	Tier 3	1,80	3,40	0,20
	Tier 4	0,18	3,40	0,01
	Tier 4N	0,18	0,38	0,01
>750	Tier 0	3,67	11,39	0,55
	Tier 1	1,04	8,37	0,26
	Tier 2	1,04	5,57	0,18
	Tier 4	0,10	3,25	0,09
	Tier 4N	0,10	3,25	0,04

Cálculo de Emisiones CO, NOX, MP

Para el cálculo de emisiones se revisó la metodología EPA definida en el documento "Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling-Compression-Ingnition (EPA, 2004), donde la metodología se expresa en la siguiente ecuación:

Ecuación (1) $$E_i = N \cdot NA \cdot P \cdot 0{,}7456 \cdot FC \cdot FE$$

Dónde:

- Ei: Emisiones del contaminante i durante el período, en [g]
- N: Población (unidades)
- NA: Nivel de actividad (horas de uso en el periodo) [h]
- P: Potencia nominal promedio [hp]. El factor 0,7456 es para convertir a kW
- FC: Factor de carga típica, representa la fracción de la potencia a la que se opera típicamente la máquina.
- FE: Factor de emisión [g/kWh]

A partir de esta ecuación es posible decir que la potencia es directamente proporcional a la cantidad de emisiones generadas, es decir que a medida que aumenta el tamaño del equipo, sus emisiones a la atmosfera también lo harán.

Misma situación ocurre con el factor N, el nivel de actividad y el factor de emisión. Todos factores determinantes a la hora de realizar el cálculo total de emisiones contaminantes.

Cálculo de Emisiones CO2

Las emisiones de CO_2 se calculan basándose únicamente en el consumo de combustible, suponiendo que el contenido de carbono se oxida completamente en dióxido de carbono. Se considera la siguiente ecuación (Ntziachristos, 2009).

Ecuación (2) $$E_{CO2} = 44.011 \cdot \frac{FC}{12.011+1.008r_{HC}+16.000r_{OC}}$$

Dónde:

- FC: Consumo de combustible en el periodo considerado [Ton/año], valor entregado por la EPA para cada nivel de potencia.
- r_{HC}: Relación entre átomos hidrogeno y carbón
- r_{OC}: Relación entre átomos oxígeno y carbón

En el caso del combustible diésel los ratios r_{HC} y r_{OC} son 2 y 0, respectivamente.

Consumo de combustible

El consumo de combustible está dado por el BSFC (brake specific fuel consumption), la cual es una medida de la eficiencia de combustible de cualquier motor primario de combustión interna que produce la energía por rotación. Los valores dados por la EPA son los siguientes:

Tabla 1. Consumo de combustible (EPA,2004)

Potencia [hp]	BSFC [lb/hp-h]	BSFC [g/hp-h]
75-100	0,408	185,065
100-175	0,367	166,468
175-300	0,367	166,468
300-600	0,367	166,468
600-750	0,367	166,468
>750	0,367	166,468

Reemplazando los siguientes valores en la ecuación (1) de la EPA:

Tabla 21. **Valores y factores de emisión utilizados en la ecuación 1**

Maquinaria	No. Unidades	NA (hr)	P (hp)	FC	FE (g/kW-h)			
					Tier 3	**CO**	**NOx**	**MP**
Retroexcavadora	1	576	85	0.21	Potencia (hp) >75-100	3.22	4.08	0.41
Rodillo compactador	1	576	153	0.59	Potencia (hp) 100-175	1.18	3.4	0.3
Camiones	2	576	294	0.5	Potencia (hp) 175-300	1.02	3.4	0.2

Para el factor de emisión se utilizó un Tier 3, que pertenece a un motor del año 2010.

Resultados

En la siguiente tabla, se muestra el resultado del cálculo de emisiones por año para los 3 meses de operación de la maquinaria en la construcción del puente.

Tabla 22. **Emisiones totales en toneladas/año**

CO	NOx	MP	CO_2
0.0247	0.0313	0.0031	0.3345
0.0457	0.1318	0.0116	0.3008
0.1288	0.4293	0.0253	0.6017

Como parte de las medidas ambientales propuestas en el Capítulo VI, se propone que para el control de emisiones durante la etapa de preparación del sitio y construcción se haga el mantenimiento constante de la maquinaria a utilizar.

También se recomienda utilizar maquinaria de años recientes, esto debido a que existe una relación directa entre la potencia y los factores de emisión, es decir a medida que aumenta la potencia los factores aumentan. Además, para el método Tier, se puede notar que mientras más nueva es la máquina, esta se vuelve más limpia debido a que los equipos más recientes adquieren nuevas tecnologías que son más estrictas en la generación de emisiones.

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DE SUELO

Contenido

III.1 INTRODUCCIÓN 3

III.2 LEY FUNDAMENTAL 3

III.3 NORMAS JURÍDICAS FEDERALES 3

III.4 NORMAS JURÍDICAS ESTATALES 20

III.5 ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS TERRITORIALES 21

III.6 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 32

III.7 REGIONES CONABIO 33

III.8 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO 34

III.9 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 41

III.10 NORMAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 50

III.11 CONCLUSIONES 53

CAPÍTULO III

III.1 Introducción

La vinculación jurídica del marco legal vigente aplicable con las obras y actividades que refiere el proyecto, es parte fundamental del contenido de la presente manifestación de impacto ambiental modalidad particular (MIA-P) que se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

De ahí que, corresponde al presente capítulo III identificar y demostrar la compatibilidad y relación que existe entra la naturaleza y los objetivos propios del proyecto con las disposiciones de los diferentes instrumentos de planeación, ordenamientos jurídicos y normas oficiales mexicanas que regulan el desarrollo y construcción del mismo.

III.2 Ley Fundamental

III.2.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Última reforma publicada DOF 18-11-2022.

Soporte legal:

ARTÍCULO 4, PÁRRAFO QUINTO. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizara el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generara responsabilidad ´para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la Ley.

ARTÍCULO 73, FRACCIONES XVII y XXIX-G. El congreso tiene facultad:

- Para dictar leyes sobre vías generales de comunicación, tecnologías de la información y la comunicación, radiodifusión, telecomunicaciones, incluida la banda ancha e internet, postas y correos, y sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal.
- Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Vinculación:

El presente proyecto vigila que las disposiciones de esta Norma Suprema y de las leyes secundarias que de ella emanan, ya sean federales, estatales o locales sean acatadas, que los trabajos que son necesarios para el cumplimiento de los objetivos del propio proyecto sean dirigidos a la satisfacción de las disposiciones que son aplicables y que se garantice el respeto de los derechos humanos y las garantías de todos los habitantes de este país para alcanzar el bien común y la satisfacción de sus necesidades.

III.3 Normas Jurídicas Federales

III.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Última reforma publicada DOF 11-04-2022.

Soporte legal:

ARTÍCULO 1, FRACCIONES I, III, V y V. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; y
- El aprovechamiento sustentable, la preservación y restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.
- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

ARTÍCULO 3, FRACCIONES III, XXV, XXVI, XXVII y XXXIV. Para los efectos de esta Ley se entiende por:

- Aprovechamiento sustentable: la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que dormán parte dichos recursos, por periodos indefinidos;
- Preservación: el conjunto de políticas y medidas anticipadas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales;
- Prevención: el conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente;
- Protección: el conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro;
- Restauración: conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales;

ARTÍCULO 5, FRACCIONES X y XI. Son facultades de la federación:

- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;
- La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, de la biodiversidad, de la fauna y demás recursos naturales.

ARTÍCULO 15, FRACCIONES III, IV, XII y XIII. Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico;
- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueve o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.
- Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades en los términos de esta y otras leyes, tomarán las medidas para garantizar ese derecho;
- Garantizar el derecho de las comunidades, incluyendo a los pueblos indígenas, a la protección, preservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la salvaguarda y uso de la biodiversidad, de acuerdo a lo que determine la presente Ley y otros ordenamientos aplicables;

ARTÍCULO 28, FRACCIONES I y X. 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 que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente de la autorización en materia de impacto ambiental de la secretaría:

- (…) vías generales de comunicación, (…);
- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. (…)

ARTÍCULO 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.

III.3.1.1 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Soporte legal:

ARTÍCULO 1. El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

ARTÍCULO 3, FRACCIONES I TER, XIII y XIV. Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la Ley y, entre otras, las siguientes:

- Cambio de uso de suelo: como la modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación;
- Medidas de prevención: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente y;
- Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

ARTÍCULO 4, fracciones I. Compete a la secretaría:

- Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento,

ARTÍCULO 5, INCISOS B) y R). Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente de la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

- Vías generales de comunicación: Construcción de… puentes (…)
- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales: Cualquier tipo de obra civil, (…)

ARTÍCULO 12 FRACCIONES I-VIII. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

- Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
- Descripción del proyecto;
- Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
- Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
- Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
- Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
- Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
- Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Vinculación: Por su ubicación, dimensión, características y alcance, las obras y actividades que forman parte del presente proyecto se encuentran reguladas en materia de impacto ambiental por el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por lo que, en cumplimiento a estas disposiciones jurídicas se somete al procedimiento de evaluación de

impacto ambiental el contenido de la presente manifestación de impacto ambiental modalidad particular (MIA-P) para su análisis y dictamen correspondiente, toda vez que se proponen obras y actividades para la construcción del Puente Vehicular "S/N" (vía general de comunicación) ubicado en el Km 14+500, sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, con una longitud aproximada de 25.60 m, más accesos, en el Estado de Oaxaca, para lo cual será necesario intervenir con obra civil en la zona federal de un cuerpo de agua (arroyo Hondura de León).

Trabajos que consisten en remover la deteriorada estructura de mampostería del actual puente vehicular para construir una nueva estructura de mayores dimensiones que permita mejorar el área hidráulica del punto de cruce entre el puente y el escurrimiento presente.

De igual forma, de manera provisional, se abrirá un camino de acceso que será utilizada únicamente durante la construcción del proyecto para desviar la circulación de los vehículos, al que se le colocaran tubos como obras de drenaje para encauzar el escurrimiento perenne y que no se modifique su flujo.

Así también, en observancia a los principios de política ambiental establecidos en el Artículo 15 de la LGEEPA, en el contenido del capítulo VI de la MIA-P del proyecto se describen detalladamente las medidas de mitigación que se ejecutarán con la finalidad de evitar o reducir al mínimo los impactos sobre el ambiente, las cuales resultan, al considerarse de forma conjunta las características ambientales de la zona de estudio del proyecto y el análisis efectuado a los posibles efectos de las obras y actividades planteadas.

III.3.2 Ley General de Vida Silvestre

Última reforma publicada DOF 20-05-2021.

Soporte legal:

ARTÍCULO 1. La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

ARTÍCULO 3, FRACCIONES II, IX y XXII. Para efectos de esta Ley se entenderá por:

- Aprovechamiento no extractivo: las actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres.
- Conservación: la protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

- Especies y poblaciones en riesgo: aquellas identificadas por la Secretaría como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, con arreglo a esta Ley.

ARTÍCULO 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación (…)"

ARTÍCULO 5, FRACCIONES I y II. El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.

En la formulación y la conducción de la política nacional en materia de vida silvestre se observarán, por parte de las autoridades competentes, los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Además, dichas autoridades deberán prever, entre otros, lo siguiente:

- La conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de las especies silvestres
- Las medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales. En ningún caso la falta de certeza científica se podrá argumentar como justificación para postergar la adopción de medidas eficaces para la conservación y manejo integral de la vida silvestre y su hábitat.

ARTÍCULO 19. También, esta Ley establece que las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

III.3.2.1 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Última reforma publicada DOF 09-05-2014.

Soporte legal:

ARTÍCULO 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.

ARTÍCULO 2, FRACCIÓN XV. Además de las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para efectos del presente Reglamento se entenderá por:

- Medidas de contingencia: las acciones que se aplicarán cuando se presenten situaciones que pudieran tener efectos sobre los ejemplares, poblaciones o especies de la vida silvestre y su hábitat, afectando negativamente el logro de las metas de que se traten y que se encuentran incorporadas en el plan de manejo.

Vinculación: El presente proyecto requiere de la oportuna observancia de esta ley adjetiva como sustantiva; por ello, mediante el estudio en campo de la zona a intervenir se pudo tener un conocimiento claro de las condiciones del ecosistema de la zona, de las especies lugareñas, de la cantidad de individuos, así como, de las estrategias a seguir para el manejo de la vida silvestre y de su hábitat.

De ahí que, en el contenido del capítulo VI de la presente MIA-P se describen diversas medidas de mitigación con la finalidad de evitar, atenuar o compensar las afectaciones que el proyecto pudiera generar durante su realización.

III.3.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Última reforma publicada DOF 18-01-2021.

Soporte legal:

ARTÍCULO 1, FRACCIONES II y X. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social, con el objeto de garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano, propiciando el desarrollo sustentable con la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

- Determinar los criterios a considerar en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana.
- Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetara su remediación.

ARTÍCULO 2, fracciones III, IV, V y X. En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:

- La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;
- Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;

- La responsabilidad compartida de los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno es fundamental para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable y económicamente factible;
- La realización inmediata de acciones de remediación de los sitios contaminados, para prevenir o reducir los riesgos inminentes a la salud y al ambiente.

ARTÍCULO 5, FRACCIONES XXX, XXXII, XXXIII y XXXIV. Para los efectos de esta Ley se entiende por:

- Residuos de manejo especial: son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;
- Residuos peligrosos: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;
- Residuos sólidos urbanos: los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;
- Responsabilidad compartida: principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social;

ARTÍCULO 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

ARTÍCULO 19, FRACCIONES I y VII. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

- Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;

- Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

ARTÍCULO 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

ARTÍCULO 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

ARTÍCULO 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. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

ARTÍCULO 68. Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

ARTÍCULO 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.

III.3.3.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Soporte legal.

ARTÍCULO 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (…)

ARTÍCULO 2, FRACCIONES I y XVII. Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entenderá por:

- Almacenamiento de residuos peligrosos: acción de retener temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos.
- Recolección: acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral.

ARTÍCULO 14. El principio de responsabilidad compartida, establecido en la Ley, se aplicará igualmente al manejo integral de los residuos de manejo especial y sólidos urbanos que no se encuentren sujetos a plan de manejo conforme a la Ley, este Reglamento y las normas oficiales mexicanas.

Vinculación: Estos preceptos regulan la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos peligrosos, de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el territorio nacional, así como, la prevención en la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del presente proyecto se generarán diversos tipos de residuos, por ello, en observancia a estas disposiciones legales el promovente propone la ejecución de las medidas de mitigación que se describen de forma más específica en el contenido del capítulo VI de la presente MIA-P, para el manejo adecuado de estos.

III.3.4 Ley General de Cambio Climático

Última reforma publicada DOF 11-05-2022.

Soporte legal:

ARTÍCULO 1. La presente ley es de orden público, interés general y de observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, por ende, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

ARTÍCULO 2, fracciones I y III. Esta Ley tiene por objeto:

- Garantizar el derecho a un medio ambiente sano, estableciendo la concurrencia de facultades entre los tres órdenes de gobierno en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;
- Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

ARTÍCULO 3, FRACCIONES II, IV, XVI, XXII y XXVIII. Para efectos de esta Ley se entenderá por:

- Adaptación: Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos.
- Cambio climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.
- Emisiones: Liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos.

- Fuentes emisoras: Todo proceso, actividad, servicio o mecanismo que libere un gas o compuesto de efecto invernadero a la atmósfera.
- Mitigación: Aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero.

ARTÍCULO 26, FRACCIONES I, II, III, IV y VIII. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:

- Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;
- Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;
- Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;
- Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;
- Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;

ARTÍCULO 29, FRACCIONES III y VI. Se considerarán acciones de adaptación:

- El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos;
- La construcción y mantenimiento de infraestructura.

ARTÍCULO 33, FRACCIONES I y II. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación, son:

- Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones;
- Reducir las emisiones nacionales, a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo- eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico.

Vinculación: El proyecto refiere obras y actividades que implican la presencia de impactos ambientales en la zona a intervenir, los cuales son prevenibles, mitigables y compensables. Por lo que, para dar cumplimiento a los principios de sustentabilidad, corresponsabilidad, precaución, prevención y responsabilidad ambiental que observa la política nacional de cambio climático, en el capítulo VI de la presente MIA-P se propone la ejecución de diversas medidas de mitigación.

III.3.5 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Última reforma publicada DOF 20-05-2021.

Soporte legal:

ARTÍCULO 1. La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea

exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

El proceso judicial previsto en el presente Título se dirigirá a determinar la responsabilidad ambiental, sin menoscabo de los procesos para determinar otras formas de responsabilidad que procedan en términos patrimoniales, administrativos o penales.

ARTÍCULO 2, FRACCIONES III y XIV. Para los efectos de esta Ley, se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por:

- Daño al ambiente: pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables del hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6o. de esta Ley
- Sanción económica: El pago impuesto por la autoridad judicial para penalizar una conducta ilícita dañosa, dolosa con la finalidad de lograr una prevención general y especial e inhibir en el futuro comportamientos prohibidos.

ARTÍCULO 5. Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.

ARTÍCULO 6, FRACCIONES I y II. No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:

- Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,
- No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.

ARTÍCULO 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.

ARTÍCULO 11. La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.

En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.

Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.

ARTÍCULO 13. La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su estado base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación.

La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño.

Los propietarios o poseedores de los inmuebles en los que se haya ocasionado un daño al ambiente, deberán permitir su reparación, de conformidad a esta Ley. El incumplimiento a dicha obligación dará lugar a la imposición de medios de apremio y a la responsabilidad penal que corresponda.

Los propietarios y poseedores que resulten afectados por las acciones de reparación del daño al ambiente producido por terceros, tendrán derecho de repetir respecto a la persona que resulte responsable por los daños y perjuicios que se les ocasionen.

ARTÍCULO 14, FRACCIONES I y II, INCISOS a), b) y c). La compensación ambiental procederá por excepción en los siguientes casos:

- Cuando resulte material o técnicamente imposible la reparación total o parcial del daño, o
- Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes:

→ Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales;

→ Que la Secretaría haya evaluado posteriormente en su conjunto los daños producidos ilícitamente, y las obras y actividades asociadas a esos daños que se encuentren aún pendientes de realizar en el futuro, y

→ Que la Secretaría expida una autorización posterior al daño, al acreditarse plenamente que tanto las obras y las actividades ilícitas, como las que se realizarán en el futuro, resultan en su conjunto sustentables, y jurídica y ambientalmente procedentes en términos de lo dispuesto por las Leyes ambientales y los instrumentos de política ambiental (…)

En los casos referidos en la fracción II del presente artículo, se impondrá obligadamente la sanción económica sin los beneficios de reducción de los montos previstos por esta Ley. Asimismo, se iniciarán de manera oficiosa e inmediata los procedimientos de responsabilidad administrativa y penal a las personas responsables.

Las autorizaciones administrativas previstas en el inciso c) de este artículo no tendrán validez, sino hasta el momento en el que el responsable haya realizado la compensación ambiental, que deberá ser ordenada por la Secretaría mediante condicionantes en la autorización de impacto ambiental, y en su caso, de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

La compensación por concepto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se llevará a cabo en términos de lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Los daños patrimoniales y los perjuicios sufridos podrán reclamarse de conformidad con el Código Civil Federal.

ARTÍCULO 15. La compensación ambiental podrá ser total o parcial. En éste último caso, la misma será fijada en la proporción en que no haya sido posible restaurar, restablecer, recuperar o remediar el bien, las condiciones o relación de interacción de los elementos naturales dañados.

ARTÍCULO 16. Para la reparación del daño y la compensación ambiental se aplicarán los niveles y las alternativas previstas en este ordenamiento y las Leyes ambientales. La falta de estas disposiciones no será impedimento ni eximirá de la obligación de restituir lo dañado a su estado base.

ARTÍCULO 17. La compensación ambiental consistirá en la inversión o las acciones que el responsable haga a su cargo, que generen una mejora ambiental, sustitutiva de la reparación total o parcial del daño ocasionado al ambiente, según corresponda, y equivalente a los efectos adversos ocasionados por el daño.

Dicha inversión o acciones deberán hacerse en el ecosistema o región ecológica en donde se hubiese ocasionado el daño. De resultar esto materialmente imposible la inversión o las acciones se llevarán a cabo en un lugar alternativo, vinculado ecológica y geográficamente al sitio dañado y en beneficio de la comunidad afectada. En este último caso serán aplicables los criterios sobre sitios prioritarios de reparación de daños, que en su caso expida la Secretaría en términos de lo dispuesto por la Sección 5, Capítulo Tercero del presente Título.

El responsable podrá cumplir con la obligación prevista en el presente artículo, mediante la contratación de terceros.

Vinculación: En observancia a lo que establece esta Ley, se presenta ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT la MIA-P de las obras y actividades que forman parte del presente proyecto, para ser sometido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental y obtener una vez evaluada la autorización correspondiente. Así también, en el contenido del capítulo VI de la MIA-P se han determinado acciones que permitan prevenir, disminuir y compensar los efectos que pudiera causar el desarrollo del proyecto sobre el medio ambiente, sin olvidar mencionar que, a través del cumplimiento de los términos y condicionantes incluidos en la resolución de la autoridad ambiental se evitará incurrir en responsabilidad en materia ambiental.

III.3.6 Ley de Aguas Nacionales

Última reforma publicada DOF 11-05-2022.

Soporte legal:

ARTÍCULO 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

ARTÍCULO 2. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.

ARTÍCULO 3, FRACCIONES I, IX, XI, XII, XLVII y XLVIII. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

- Aguas nacionales: son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos".
- Bienes públicos inherentes: aquellos que se mencionan en el Artículo 113 de esta Ley;
- Cauce de una corriente: el canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;
- Comisión Nacional del Agua: órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con funciones de Derecho Público en materia de gestión de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, con autonomía técnica, ejecutiva, administrativa, presupuestal y de gestión, para la consecución de su objeto, la realización de sus funciones y la emisión de los actos de autoridad que conforme a esta Ley corresponde tanto a ésta como a los órganos de autoridad a que la misma se refiere.
- Ribera o Zona Federal: Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o

canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;

- Rio: corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar.

ARTÍCULO 14 BIS 5, FRACCIONES I, IX y XVII. Los principios que sustentan la política hídrica nacional, son:

- El agua es un bien de dominio público federal, vital, vulnerable y finito, con valor social, económico y ambiental, cuya preservación en cantidad y calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la Sociedad, así como prioridad y asunto de seguridad nacional;
- La conservación, preservación, protección y restauración del agua en cantidad y calidad es asunto de seguridad nacional, por tanto, debe evitarse el aprovechamiento no sustentable y los efectos ecológicos adversos.
- Las personas físicas o morales que contaminen los recursos hídricos son responsables de restaurar su calidad, y se aplicará el principio de que "quien contamina, paga", conforme a las Leyes en la materia.

ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

ARTÍCULO 113, FRACCIONES III y IV. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de la "Comisión":

- Los cauces de las corrientes de aguas nacionales.
- Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el artículo 3 de esta Ley.

III.3.6.1 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Última reforma publicada DOF 25-08-2014.

Soporte legal:

ARTÍCULO 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales, por ello, cuando en el mismo se expresen los vocablos "Ley", "Reglamento", "La Comisión" y "Registro", se entenderá que se refiere a la Ley de Aguas Nacionales, al presente Reglamento, a la Comisión Nacional del Agua y al Registro Público de Derechos de Agua, respectivamente.

ARTÍCULO 2, FRACCIONES I, II, III, V y VI. Para los efectos de este "Reglamento", se entiende por:

- Aguas continentales, las aguas nacionales, superficiales o del subsuelo, en la parte continental del territorio nacional.

- Aguas residuales, las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos y en general de cualquier otro uso.
- Barranca profunda: hendedura pronunciada que se forma en el terreno, por el flujo natural del agua, en que la profundidad es mayor a 5 veces la anchura;
- Corriente permanente, la que tiene un escurrimiento superficial que no se interrumpe en ninguna época del año, desde donde principia hasta su desembocadura.
- Corriente intermitente, la que solamente en alguna época del año tiene escurrimiento superficial.

ARTÍCULO 151. Se prohíbe depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.

Vinculación: El proyecto propone obras y actividades para la Construcción del Puente Vehicular "S/N" ubicado en el km 14+500, sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el Estado de Oaxaca. No refiere trabajos que impliquen el uso, la explotación o el aprovechamiento de cuerpos de agua. Así también, en el contenido del capítulo VI de la MIA-P se proponen medidas de mitigación para la conservación y protección del factor ambiental agua.

III.3.7 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal

Última reforma publicada DOF 01-12-2020.

Soporte Legal:

ARTÍCULO 1. La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y 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.

ARTÍCULO 2, FRACCIONES V INCISO a) y XVI. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

- Puentes 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 caminos de un país vecino,
- Vías generales de comunicación: Los caminos y puentes tal como se definen en el presente artículo.

ARTÍCULO 3. 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

ARTÍCULO 5, FRACCIONES II y V. Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes, así como el tránsito y los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares. Corresponden a la Secretaría, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal las siguientes atribuciones:

- Construir y conservar directamente caminos y puentes;
- Determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes.

Vinculación: El presente proyecto se vincula con esta Ley porque impulsa el desarrollo de infraestructura para vías generales de comunicación en nuestro país a través de la autorización de obras financiadas con recursos de la federación. Así, el proyecto que hoy se somete a la autorización de la autoridad ambiental competente no contraviene las disposiciones legales contenidas en la Ley que se analiza, por el contrario, contribuye a que nuestro país tenga mejores vías generales de comunicación trayendo más beneficios para la población que de paso contará con una vía de traslado más rápida, y para la población lugareña significará mejor desplazamiento de personas y de sus productos.

III.4 Normas Jurídicas Estatales

III.4.1 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca

Última Reforma: Decreto número 697, aprobado por la LXV Legislatura del Estado el 28 de septiembre del 2022 y publicado en el Periódico Oficial número 43 Cuarta Sección de fecha 22 de octubre del 2022.

Soporte legal:

ARTÍCULO 1. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que corresponde a las atribuciones que ella asigna a los Estados y Municipios de acuerdo a lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

En todo lo no previsto en esta Ley se aplicará lo establecido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Procedimiento y Justicia Administrativa para el Estado de Oaxaca y demás ordenamientos en materia ambiental y administrativa.

ARTÍCULO 6, FRACCIÓN XII. Son asuntos de competencia del Estado a través de la Secretaría:

- Regular y evaluar el impacto ambiental de las obras o actividades previstas en el artículo 33 de esta Ley previamente a la realización o ejecución de las obras o actividades, así como, el daño ambiental, y en su caso, expedir la resolución correspondiente.

Vinculación: La obra es competencia de la autoridad federal según lo establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, sin embargo, se vincula la presente Ley estatal por ser de orden público e

interés social, la cual coincide con los objetivos de la Legislación Federal en materia ambiental, siendo uno de ellos garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano propicio para su desarrollo, salud y bienestar. Así, la obra a realizar, si bien es cierto, sólo la autoridad federal podrá emitir la resolución en cuanto a la autorización del presente proyecto, no implica desconocer los lineamientos pronunciados por la normatividad local.

III.5 Ordenamientos Ecológicos Territoriales

La LGEEPA define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación, y son los siguientes: Ordenamiento general, Ordenamiento marino, Ordenamiento regional y Ordenamiento local.

A continuación, se presenta la vinculación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

III.5.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El objeto del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio es:

- Promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la administración pública federal (APF);
- Orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos;
- Fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales;
- Promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- Fortalecer el sistema nacional de áreas naturales protegidas;
- Apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la administración pública federal (APF).

Por su escala y alcance NO tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

Expuesto lo anterior, se identificó que el proyecto se ubica en la unidad de gestión ambiental biofísica que a continuación se menciona:

CARACTERÍSTICAS DEL SITIO A INTERVENIR	
Unidad Ambiental Biofísica.	99 Cordillera Costera del Sureste de Guerrero.
Región Ecológica.	18.17
Política Ambiental.	Restauración y Aprovechamiento Sustentable
Estrategias Sectoriales	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

En relación a la tabla anterior, se tiene la siguiente imagen:

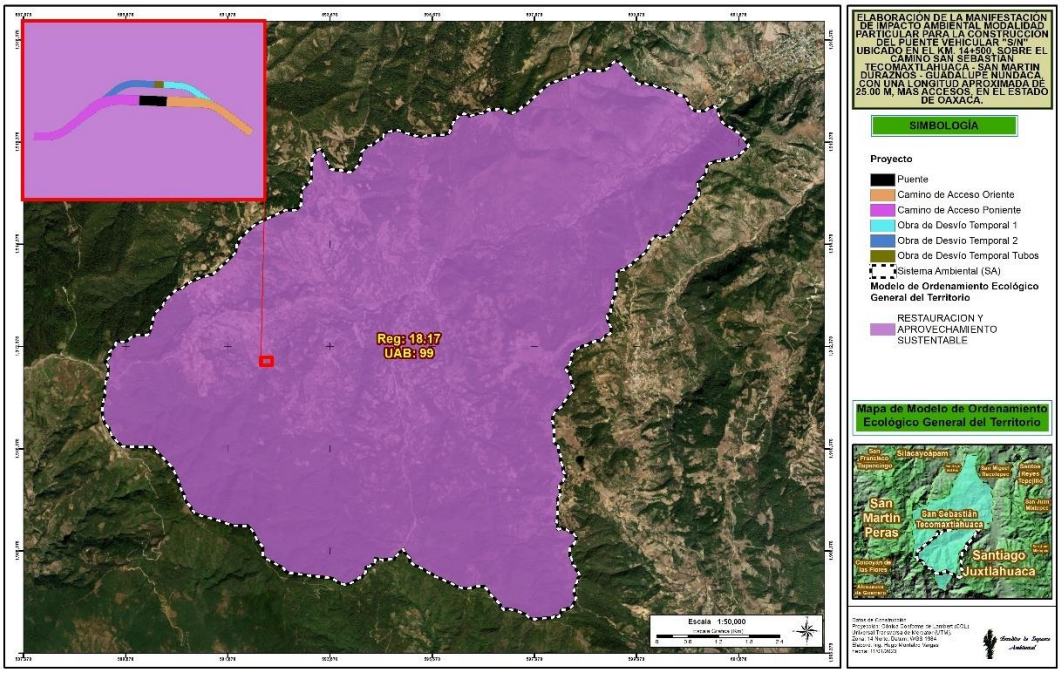


Imagen 1. Ubicación del proyecto en la UAB 99 Cordillera Costera del Sureste de Guerrero.

A continuación, se describen las estrategias ecológicas de la unidad ambiental biofísica antes mencionada.

UAB 99 "Cordillera Costera del Sureste de Guerrero"	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio.	ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS
	A) PRESERVACIÓN
	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 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. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
	C) PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES
	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
	D) RESTAURACIÓN
	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
	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. 15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
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.
	B) ZONAS DE RIESGO Y PREVENCIÓN DE CONTINGENCIAS
	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.
	C) AGUA Y SANEAMIENTO
	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
	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.
	E) DESARROLLO SOCIAL
	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas. Convergencia y optimización de programas y recursos para incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas 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. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 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. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III.	A) MARCO JURÍDICO

Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
	B) PLANEACIÓN DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL
	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 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.

Vinculación: Las estrategias de la unidad ambiental biofísica analizada no establecen limitaciones respecto al desarrollo del proyecto, es así que, la realización de los trabajos que se proponen no contraviene el contenido de este ordenamiento ecológico de carácter orientativo dirigido a los sectores de la administración pública federal (APF), mismo que no tiene como finalidad negar o autorizar la ejecución de actividades sectoriales. No obstante, para contribuir con el objetivo de conservación de la riqueza natural del país de manera integral y sustentable, se llevarán a cabo diversas medidas de mitigación con el fin de evitar, reducir y compensar impactos a los factores ambientales de la zona a intervenir, mismas que se describen detalladamente en el capítulo VI del presente manifiesto de impacto ambiental.

III.5.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca

El modelo de ordenamiento ecológico de Oaxaca está compuesto por 55 unidades de gestión ambiental, con la siguiente distribución:

- 26 UGAS están definidas con estatus de Aprovechamiento Sustentable (47%), espacialmente representan el 67.79 por ciento del total del territorio del estado.
- 14 UGAS están definidas con estatus de Conservación con Aprovechamiento (25%), espacialmente representan el 9.34 por ciento del total del territorio del estado.
- 13 UGAS están definidas con estatus de Restauración con Aprovechamiento (24%), espacialmente representan el 4.10 por ciento del total del territorio del estado.
- 2 UGAS están definidas con estatus de Protección (4%), espacialmente representan el 18.78 por ciento del total del territorio del estado.

De lo anterior, la unidad de gestión ambiental (UGA) que aplica al presente proyecto es la que se indica en el siguiente cuadro.

UGA 012				
Política Ambiental	Aprovechamiento Sustentable			
Usos de Suelo	Recomendado	Condicionado	No recomendado	Sin aptitud
	S4 Asentamientos humanos, S6 Ecoturismo	S11 Turismo, S10 Minería, S9 Industria, S2 Agrícola,	S3 Apícola,	S1 Acuícola, S7 Forestal, S8 Ganadero, S9 (E) Industria – Energías alternativas,
Lineamiento	Aprovechar para actividades ecoturísticas las 37,425 ha actuales de bosques y selvas, y las 134,627 ha con aptitud para actividades industriales, turísticas, agrícolas y para el desarrollo de centros de población, impulsando la infraestructura necesaria para el óptimo desarrollo de estas actividades, para			

	mantener los recursos naturales existentes en bosques y selvas, los servicios ambientales que proporcionan y darle viabilidad de sustentabilidad a la UGA.
Criterios de regulación ecológica	C-013, C-014, C-015, C-017, C-023, C-024, C-025, C-026, C-027, C-028, C-029, C-031, C-032, C-033, C-045, C-046, C-048

En la siguiente imagen se aprecia la ubicación del proyecto.

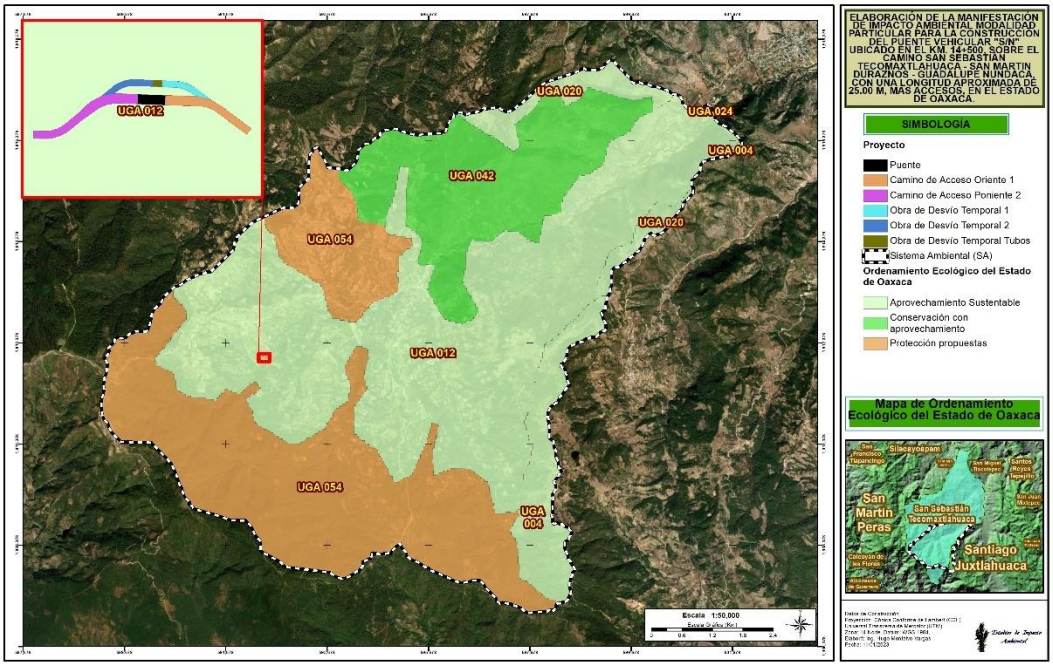


Imagen 2. Ubicación del Puente S/N en la UGA 012 del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca.

A continuación, se presenta la observancia de la política ambiental, el lineamiento y los criterios de regulación ecológica aplicables.

Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable: Son áreas que, por sus características, son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente.

Lineamiento de la UGA 012: Aprovechar para actividades ecoturísticas las 37,425 ha actuales de bosques y selvas, y las 134,627 ha con aptitud para actividades industriales, turísticas, agrícolas y para el desarrollo de centros de población, impulsando la infraestructura necesaria para el óptimo desarrollo de estas actividades, para mantener los recursos naturales existentes en bosques y selvas, los servicios ambientales que proporcionan y darle viabilidad de sustentabilidad a la UGA.

Criterios de regulación ecológica. Son aspectos generales o específicos que norman los diversos usos de suelo en el área de ordenamiento e incluso de manera específica a nivel de las distintas Unidades

de Gestión Ambiental. Deberán ser observados a fin de evitar el deterioro de los recursos y perdida de la riqueza natural en el estado.

Los criterios ecológicos que regulan la zona del proyecto son los que a continuación se describen y vinculan.

Criterios de regulación ecológica	Vinculación con el proyecto
C-013 **Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.**	En atención a lo aquí dispuesto, las obras y actividades que forman parte del presente proyecto se llevaran a cabo conforme a lo que determine la SEMARNAT en la autorización respectiva. Es preciso señalar que los trabajos proyectados no implican la modificación y/o desviación del cauce ni del flujo del escurrimiento perenne (arroyo Hondura de León) que pasa debajo del Puente S/N ubicado en el km 14+500, sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el Estado de Oaxaca. Para la construcción del proyecto sólo se removerá la deteriorada estructura de mampostería actual del puente vehicular para posteriormente edificar la nueva estructura de mayores dimensiones que permita mejorar el área hidráulica del punto de cruce entre el puente y el escurrimiento presente. De acuerdo al diseño del proyecto, no se pretende la cimentación de algún tipo de estructura sobre el cauce, limitándose a las orillas del mismo. Igualmente, de manera provisional, se abrirá una obra de desvío que consiste en un camino de acceso que será utilizada únicamente durante la construcción del proyecto para desviar la circulación de los vehículos, al que se le colocaran tubos como obras de drenaje para encauzar el escurrimiento perenne y que no se modifique su flujo. La obra de desvío temporal, será retirada una vez finalizado el proyecto, removiendo todo lo referente al mismo, como es el terraplén, los tubos de drenaje, etc; para dejarla como se encontraba previo a su afectación, con las mismas interacciones que tenía, sin impactos adversos residuales de esta obra provisional. Así también, se realizarán diversas acciones para contribuir con la conservación, restauración y protección del medio ambiente de la zona de estudio del proyecto, entre las que se encuentran las siguientes: ▪ Manejo y disposición adecuada de residuos sólidos urbanos. ▪ Manejo y disposición adecuada de residuos peligrosos. ▪ Manejo y disposición adecuada de residuos de manejo especial.
C-014 **Se evitarán 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.**	

	▪ Acciones emergentes en caso de contaminación del suelo. ▪ Acciones para para la protección contra socavamiento de los márgenes. ▪ Revestimiento con enrocados. ▪ Revestimiento con gaviones. ▪ Revestimiento con suelo-cemento. ▪ Muros en gaviones. ▪ Técnicas de retención de sedimento provenientes de la obra hacia el cauce. ▪ Retiro de la obra de desvío provisional. ▪ Medidas emergentes en caso de derrames accidentales y contaminación de cuerpos de agua. ▪ Prohibición de derramamiento de contaminantes en suelo y agua. ▪ Obras provisionales alejadas del escurrimiento, zonas inundables o áreas forestales. ▪ Limpieza de las áreas adyacentes al proyecto y de obras provisionales. ▪ Rescate de flora en la superficie de la obra de desvío temporal. ▪ Reforestación y revegetación de la superficie ocupada por la obra de desvío provisional. ▪ Restauración integral. ▪ Rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre. ▪ Delimitación de los polígonos de afectación directa. ▪ Prohibición de uso del fuego. ▪ Pláticas de concientización ambiental. Medidas que se describen ampliamente en el contenido del capítulo VI de la MIA-P del proyecto.
C-015 **Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.**	La construcción del presente proyecto no involucra la afectación de vegetación riparia. Para la obra de desvío provisional que se plantea, se tendrá que remover vegetación de tipo ruderal con algunos individuos aislados de bosque de encino, que se considera no forestal. Por lo que para contribuir con la conservación y protección de la vegetación de la zona a intervenir, se propone llevar a cabo acciones de reforestación y revegetación en la superficie ocupada por la obra de desvío temporal (camino de acceso), dejándola como se encontraba previo a su afectación; de igual forma se desarrollaran acciones de restauración integral para el

	mejoramiento de un área degradada con baja cobertura vegetal, enriqueciendo y recuperando la funcionalidad ecológica de dicha área, y con ello, contribuir con la conservación del ecosistema y la mejora de la vegetación existente.
C-017 **Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.**	El criterio ecológico aquí dispuesto está orientado al quehacer de la autoridad en materia de medio ambiente y ecología, tanto estatal como municipal, siendo no aplicable al presente proyecto.
C-023 **Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas cercanas a esteros y antiguos brazos o lechos secos de arroyos.**	Estos criterios ecológicos regulan el establecimiento de desarrollos habitacionales en la UGA 012; por lo tanto, como no guardan relación alguna con los trabajos que se proyectan para la construcción de un puente (vía general de comunicación), su realización no contradice lo aquí dispuesto.
C-024 **Los desarrollos habitacionales deberán establecerse a una distancia mínima de 5 km de industrias con desechos peligrosos.**	
C-025 **Se deberá tratar el agua residual de todas las localidades con más de 2500 habitantes de acuerdo al censo de población actual, mientras que, en las localidades con población menor a esta cifra, se buscará la incorporación de infraestructura adecuada para el correcto manejo de dichas aguas.**	Estos criterios ecológicos regulan el manejo de aguas residuales en el establecimiento y funcionamiento de los asentamientos humanos, viviendas, comercios, industrias y de servicios, por lo que, no son aplicables al conjunto de obras y actividades que forma parte del presente proyecto y que consisten en remover la estructura deteriorada de mampostería actual para edificar la nueva superestructura del puente vehicular S/N ubicado en el km 14+500, sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el Estado de Oaxaca.
C-026 **Todos los asentamientos humanos, viviendas, establecimientos comerciales, industriales y de servicios, en tanto no cuenten con sistema de drenaje sanitario deberán conducir sus aguas residuales hacia fosas sépticas que cumplan con los requisitos previstos en las disposiciones legales en la materia. Para asentamientos rurales dispersos, deberán usar tecnologías alternativas que cumplan con la normatividad ambiental aplicable.**	
C-027 **Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas con acuíferos sobreexplotados.**	El presente proyecto no refiere obras y actividades relacionadas con el establecimiento de asentamientos humanos, por lo tanto, los criterios ecológicos aquí descritos no son aplicables.
C-028	

Se evitará el establecimiento de asentamientos humanos dentro de tiraderos, rellenos sanitarios y todo lugar que contenga desechos sólidos urbanos.	
C-029 **Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.**	Para los materiales o residuos que se generen durante la realización de los trabajos propuestos, el proyecto propone la realización de diversas medidas, como las siguientes: ▪ Manejo y disposición adecuada de residuos sólidos urbanos. Se colocarán contendedores o botes en los diversos frentes de trabajo. Al tratarse de un puente que cruza un cauce, los contenedores o botes deberán estar alejados del cuerpo de agua a no menos de 100 metros de distancia y todos deberán contar con tapa para evitar que se derramen los residuos o que el agua entre al contenedor. Constantemente deberán ser revisados y vaciados para que no se llenen y puedan ser utilizados correctamente. El contenido se llevará a un almacén temporal, donde permanecerán hasta finalmente ser dispuestos en un relleno sanitario más cercano. En este lugar, los residuos se dispondrán dependiendo de su reciclaje. ▪ Manejo y disposición adecuada de residuos peligrosos. Se colocarán en tambos separados, líquidos y sólidos, los cuales deberán contar con tapa y serán etiquetados apropiadamente para poder ser identificados al instante. Bajo ningún motivo se mezclarán con otro tipo de residuo. Al ser recolectados, serán llevados al almacén temporal. El transporte a instalaciones donde se le dé tratamiento y/o disposición final, podrá realizarse de dos formas: una, por medio de una empresa autorizada por la SEMARNAT para este servicio, la cual se contratará y determinará la frecuencia de la recolección, o la empresa constructora podrá realizar este traslado (siempre que esté catalogada como microgenerador), cubriendo los aspectos indicados en el artículo 85 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. ▪ Manejo y disposición adecuada de residuos de manejo especial. Los contenedores destinados para la disposición temporal de residuos de manejo especial pueden ser de capacidad de 200 litros, con etiquetas o señalización diferente a los otros tipos de residuos, evitando confusiones y una clara identificación. Su instalación será en lugares donde se genere la mayor cantidad de residuos de este tipo, como lo son talleres, patios de maquinaria, almacenen y bodegas. Una vez que se generen los residuos de manejo especial, estos deberán llevarse directamente a la instalación de almacenamiento temporal y ser vaciados en los contenedores correspondientes de acuerdo al tipo de residuo que se trate. ▪ Instalación y manejo adecuado de sanitarios portátiles. Se ubicarán en el sitio de las obras provisionales cerca de los frentes de trabajo y deberán ser mínimamente uno por cada 6 trabajadores. Su disposición deberá realizarse de la mejor manera. Esto se logrará

	mediante la contratación de una empresa que brinde el servicio de renta de sanitarios portátiles, misma que deberá estar en regla y contar con los permisos y autorizaciones correspondientes. Esta se hará cargo de la limpieza y disposición de los residuos, estableciendo acuerdos en cuanto al periodo de recolección. ▪ Prohibición de derramamiento de contaminantes en suelo y agua. Se prohibirá enfáticamente el verter o derramar cualquier sustancia o contaminante en cualquier sitio que no sea para disposición del mismo. ▪ Obras provisionales alejadas del escurrimiento, zonas inundables o áreas forestales. Las áreas donde se instalarán las obras provisionales deberán estar donde no haya vegetación y menos aún que sea de tipo forestal, así como lejos de cauces o zonas inundadas. Pensando en lo anterior, quedará prohibido el desmonte de vegetación nativa o cualquier otra para la instalación de obras provisionales. Deberán instalarse en lugares con nula o mínima pendiente, cuidando que, en caso de derrame, las sustancias no puedan desplazarse fuera de las áreas asignadas y afecten significativamente algún factor ambiental.
C-031 **Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento, deberá cumplir con los criterios establecidos por protección civil.**	De acuerdo al presente ordenamiento ecológico, los terrenos que conforman la UGA 012, donde se ubica el presente proyecto, exhiben un nivel de riesgo medio. Así también, los trabajos que se proyectan no tienen como fin construir desarrollos habitacionales o turísticos. De ahí que, los criterios ecológicos aquí descritos no son aplicables a las obras y actividades que se proyectan para la Construcción del Puente Vehicular "S/N" ubicado en el km 14+500, sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el Estado de Oaxaca.
C-032 **En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación no se recomienda la construcción de desarrollos habitacionales o turísticos.**	
C-033 **Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural.**	Los flujos hidrológicos del escurrimiento que pasa debajo de la deteriorada estructura de mampostería del puente S/N, ubicado en el km 14+500 sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el Estado de Oaxaca, no se verá alterado y/o afectado directamente por las obras y actividades del proyecto, en virtud de que no se requiere la desviación o dragado del mismo. Para la construcción de la nueva superestructura de este puente vehicular, de acuerdo al proyecto de SCT, no se requiere la cimentación de algún tipo de estructura sobre el cauce que conduce las aguas del cuerpo de agua (arroyo), ya que todo se limita a las orillas del mismo. Para la obra de desvío provisional que será utilizada únicamente durante la construcción del proyecto para desviar la circulación de los vehículos, se le colocaran tubos como obras de drenaje para encauzar los flujos perennes del arroyo Hondura

	de León y que no se modifique su flujo. Así también, para contribuir con la conservación y protección de la vegetación natural de la zona a intervenir, se propone llevar a cabo acciones de reforestación y revegetación en la superficie ocupada por la obra de desvío temporal (camino de acceso), dejándola como se encontraba previo a su afectación; también se desarrollarán acciones de restauración integral en un área degradada con baja cobertura vegetal, enriqueciendo y recuperando la funcionalidad ecológica de dicha área, y con ello ayudar a mejorar la vegetación existente en la zona a intervenir.
C-045 **Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población.**	El proyecto no incluye trabajos relacionados con el establecimiento de industrias con manejo de residuos peligrosos. De ahí que, los criterios ecológicos aquí descritos no son aplicables a las obras y actividades que se proponen para la construcción de la nueva superestructura del puente vehicular S/N ubicada en el km 14+500 sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el Estado de Oaxaca. Para un adecuado manejo y control de los residuos que resultarán como resultado de la construcción del proyecto, se realizarán las siguientes medidas: ▪ Manejo y disposición adecuada de residuos sólidos urbanos. ▪ Manejo y disposición adecuada de residuos peligrosos. ▪ Manejo y disposición adecuada de residuos de manejo especial. ▪ Seguimiento y control del manejo de residuos. ▪ Acciones emergentes en caso de contaminación del suelo. Medidas que se proponen en el contenido del capítulo VI de la MIA-P del proyecto.
C-046 **En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.**	
C-048 **Se recomienda solo otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento, o preferentemente se deberá remplazar el uso de explosivos por cemento expansivo o corte con hilo diamantado en la actividad minera, cuando se trate de rocas dimensionables.**	Las obras y actividades que forman parte del presente proyecto no se relacionan con el desarrollo de actividades mineras, por lo que lo dispuesto en este criterio ecológico no es aplicable a los trabajos que se proyectan para la construcción de la superestructura de un puente vehicular. Pese a lo anterior, es preciso señalar que para la ejecución de este proyecto no será necesario el uso de explosivos.

En síntesis:

El lineamiento y la política ambiental establecidos en la unidad de gestión ambiental analizada, permiten el desarrollo de todas las actividades productivas, toda vez que promueven el aprovechamiento de los recursos naturales de forma sustentable; de las actividades ecoturísticas, industriales, turísticas, agrícolas y para el desarrollo de centros de población con la infraestructura necesaria para su óptimo desarrollo, manteniendo los recursos naturales existentes y los servicios ambientales que proporcionan, otorgando viabilidad de sustentabilidad.

Por su parte, los criterios ecológicos que regulan la zona de estudio no prohíben el desarrollo de las obras y actividades que forman parte del presente proyecto que consisten en trabajos para la construcción de la nueva superestructura del puente vehicular S/N ubicado en el km 14+500 sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el Estado de Oaxaca; pero si la condicionan al cumplimiento de lo dispuesto en ellas. De ahí que, se propone la realización de las diversas medidas que se describen en el apartado VI de la MIA-P, las cuales, están enfocadas en prevenir, mitigar y compensar las afectaciones que la ejecución de los trabajos proyectados pueda generar en el ecosistema y la biodiversidad del sitio a intervenir.

Expuesto lo anterior, los trabajos que forman parte del presente proyecto no contradicen las disposiciones contenidas en este instrumento de política ambiental.

III.6 Áreas Naturales Protegidas

El área de estudio no se introduce en el polígono territorial de algún área natural protegida de competencia federal, estatal o municipal, por lo que, el presente proyecto no contraviene disposiciones legales como decretos y programas de manejo, las cuales, regulan el desarrollo de obras y actividades en las áreas naturales protegidas, como se aprecia en la siguiente imagen:

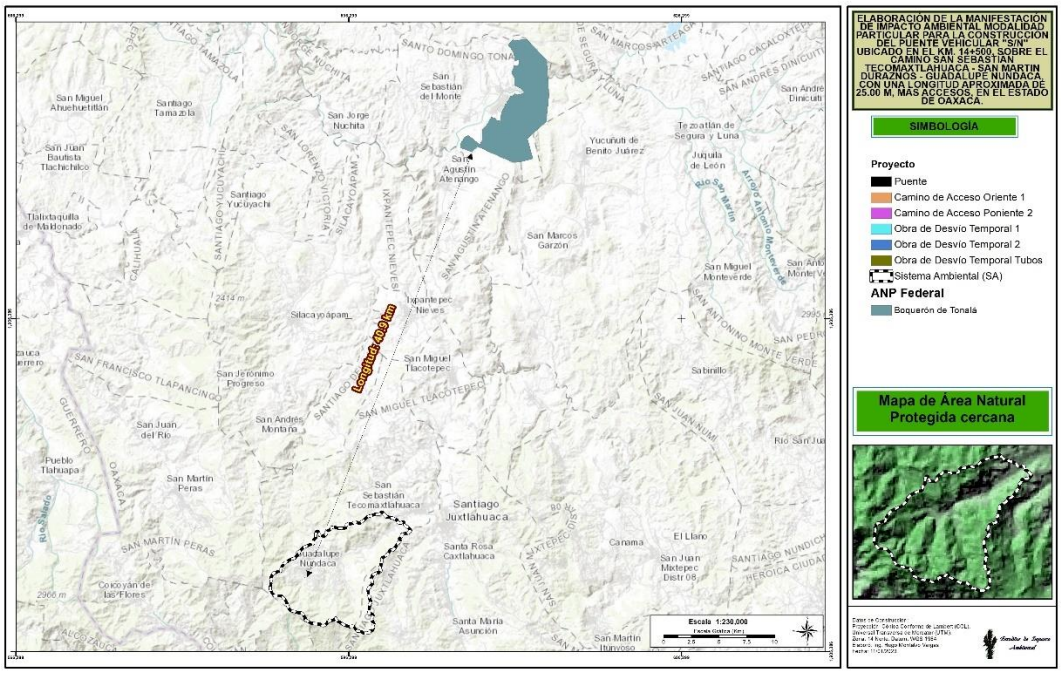


Imagen 3. Ubicación del proyecto fuera del polígono territorial de área naturales protegidas federales, estatales o municipales.

III.7 REGIONES CONABIO

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene la misión de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable, en beneficio de la sociedad. Por tal motivo, promueve el programa de identificación de regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en México, en el cual, identifica y agrupa zonas según las características físicas y biológicas del entorno que las constituyen, y las clasifica en: regiones terrestres prioritarias (RTP), regiones marinas prioritarias (RMP), regiones hidrológicas prioritarias (RHP), y áreas de importancias para la conservación de aves (AICAS). Cada región y área, tiene el cometido de destacar la riqueza natural e integridad ecológica con mayor importancia en nuestro país, además de constatar que cuentan con las características idóneas para su conservación.

De lo anterior, se identificó lo siguiente:

- El proyecto se encuentra únicamente dentro de los límites territoriales de la región terrestre prioritaria "RTP 126 Sierras Triqui-Mixteca".
- El proyecto no se introduce dentro de alguna región prioritaria marina (RMP), hidrológica (RHP) o áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA) de la CONABIO.

Lo antes expuesto, se aprecia en las siguientes imágenes:

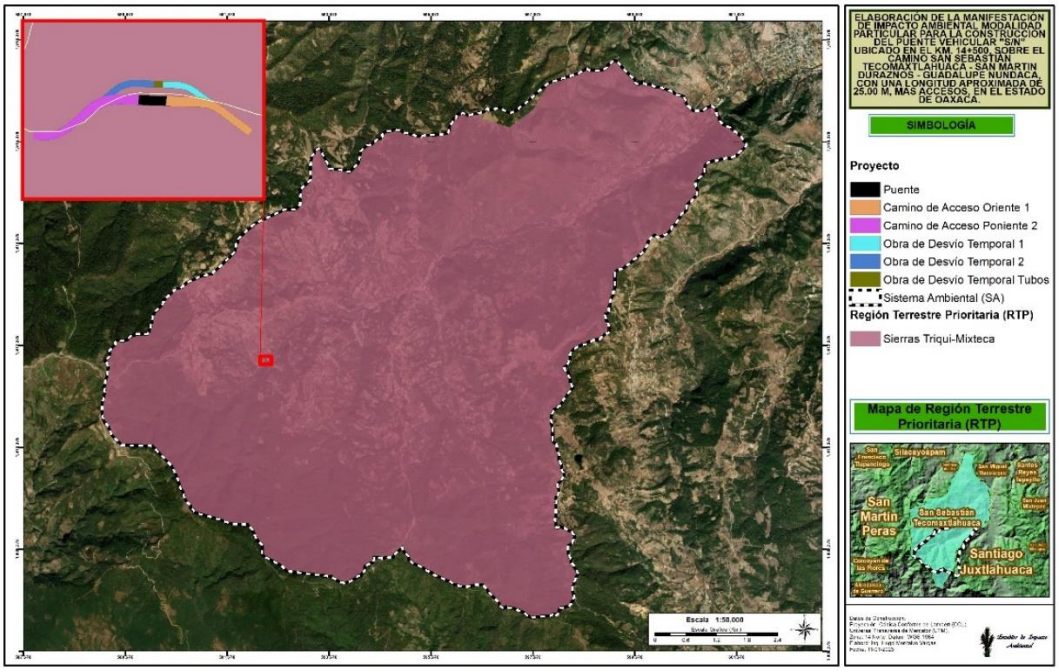


Imagen 4. Ubicación del proyecto dentro de la región terrestre prioritaria RTP-126 Sierras Triqui-Mixteca de la CONABIO.

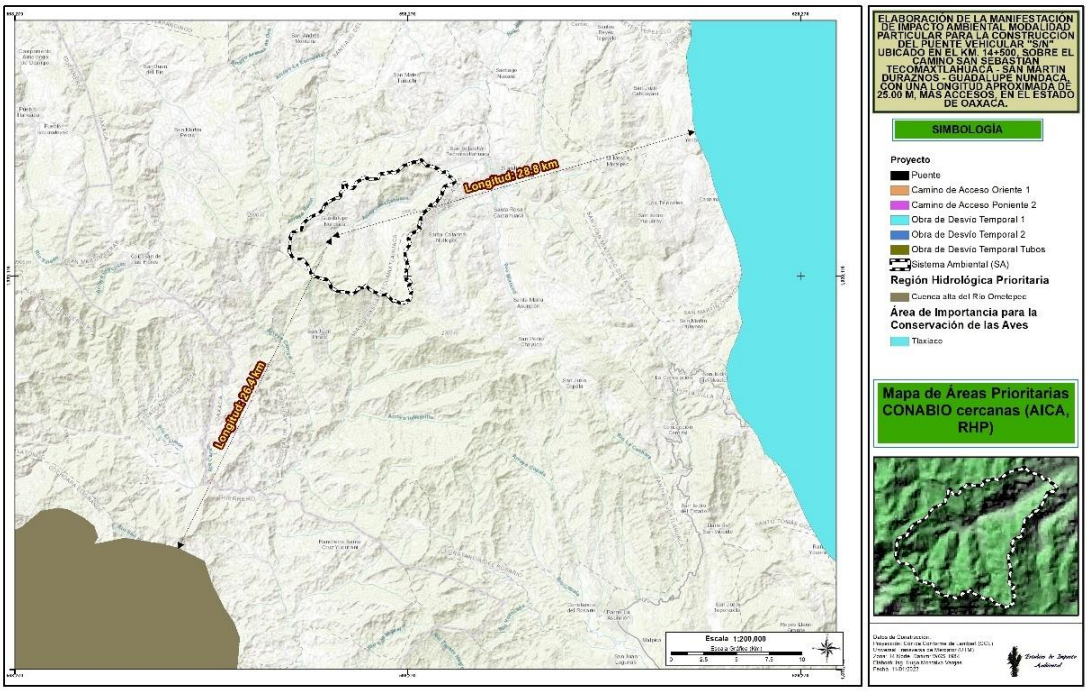


Imagen 5. Ubicación del proyecto fuera de regiones prioritarias marinas (RMP), hidrológicas (RHP) y AICAs de la CONABIO

Al respecto, estas zonas o regiones prioritarias, no presentan un decreto, plan de manejo u ordenamiento que reglamente los usos de suelo y las actividades económicas que ahí se pretendan; son programas para la conservación de la biodiversidad, las cuales, orientan a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad; por lo tanto, en este sentido la realización del proyecto no presenta limitaciones legales para su ejecución.

III.8 Planes y Programas de Desarrollo

Los planes y programas de desarrollo son instrumentos formales y legales por medio del cual la administración pública encabezada por el órgano ejecutivo fija los objetivos de su gobierno durante su gestión, por lo que es un instrumento que sirve de base en la creación y aplicación de políticas públicas en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, según las necesidades presentes y futuras del país, con el fin de lograr una transición positiva del país en áreas de importancia.

Derivado de lo anterior, a continuación, se presenta la observancia de los siguientes documentos de planeación:

- Programa Nacional de Infraestructura 2018 - 2024.
- Programa Sectorial de Comunicaciones y Transporte 2020 – 2024.
- Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 Oaxaca.

III.8.1 Planes y Programas Nacionales

III.8.1.1 Programa Nacional de Infraestructura 2018 - 2024[1]

Tres prioridades de la estrategia nacional:

1. Conservación y el mantenimiento de toda la infraestructura existente y terminación de las obras útiles, suspendidas o en proceso.
2. Construcción de caminos pavimentados para todas las cabeceras municipales que carecen de ellos, con mano de obra local y bajo la administración de las autoridades comunales.
3. Plan Nacional de Carreteras Federales. Dará atención prioritaria a las zonas del país donde la infraestructura carretera no ha llegado.

Plan Nacional de Carreteras Federales (PNCF). México cuenta con alrededor de 400 mil kilómetros de carreteras, de los cuales 40 mil pertenecen a la federación. A través de ellas transita el 95 por ciento del pasaje y el 56 por ciento de la carga que circula en el ámbito nacional.

Acciones del PNCF para 2019:

- Se atenderán los 40 mil kilómetros de carreteras federales, lo que representa la mayor inversión en los últimos 24 años.
- Serán construidos 5 mil 500 kilómetros de carretera con una inversión de 14 mil 200 millones de pesos.
- Se realizarán trabajos de conservación a los 40 mil 500 kilómetros de carreteras federales, lo que permitirá generar 31 mil empleos directos y 63 mil 500 empleos indirectos.
- Se invertirán 10 mil 500 millones de pesos en concluir 22 carreteras útiles y se continuará la construcción y modernización de otras 48 carreteras en 251 kilómetros. Esto permitirá generar 46 mil empleos directos e indirectos.
- En el Programa de Conservación y Rehabilitación de Caminos Rurales se invertirán 8 mil 170 millones para atender 600 caminos.
- Se trata de una inversión independiente al Programa de Pavimentación a Cabeceras Municipales, que trabajará en 600 caminos en el contexto nacional, con una longitud de siete mil 545 kilómetros, generando 23 mil empleos directos y 94 mil empleos indirectos.
- A través del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) y de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, se trabajará en la conservación y mantenimiento a cuatro mil 230 kilómetros de vías, con una inversión de 12 mil 700 millones de pesos.
- En términos de la inversión público-privada, se trabajará en 20 carreteras concesionadas con una inversión de 27 mil 338 millones de pesos y una meta de 299 kilómetros.

Vinculación: El presente programa nacional señala que uno de sus objetivos es la conservación y el mantenimiento de toda la infraestructura carretera existente, a través de la ejecución de programas y proyectos de inversión que permitan hacer del país una de las economías más dinámicas y vigorosas del siglo XXI, conforme lo demandan las expectativas de la sociedad mexicana actual.

[1] https://www.gob.mx/sct/articulos/programa-nacional-de-infraestructura-carretera-2018-2024-185945?idiom=es

En ese sentido, el presente proyecto refiere obras y actividades para la construcción de la superestructura del puente vehicular S/N ubicado en el km 14+500 sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el Estado de Oaxaca. La finalidad de los trabajos proyectados es remover la deteriorada estructura de mampostería del actual puente vehicular para construir una nueva estructura de mayores dimensiones que permita mejorar el área hidráulica del punto de cruce entre el puente y el arroyo perenne Hondura de León, lo cual traerá como beneficios el de reducir los tiempos de traslado entre localidades y proporcionara seguridad a los pobladores circundantes a la obra, a la vez que traerá consigo múltiples beneficios sociales y económicos a la región, por lo que, los trabajos proyectados presentan reciprocidad con los objetivos y prioridades que señala el presente programa nacional respecto al desarrollo de este tipo de infraestructura.

III.8.1.2 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020 – 2024

El Gobierno de México ha establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND) que su propósito es el mejoramiento de las condiciones de vida del pueblo de México, a través del bienestar general de la población. Dentro de este propósito, corresponde a la SCT el fomentar y conducir las políticas y programas para el desarrollo del transporte aéreo, marítimo y terrestre, de las telecomunicaciones y la radiodifusión del Gobierno Federal; construir y mantener la infraestructura necesaria, directamente o a través de contratistas, concesionarios y permisionarios -tanto carreteras y puentes, como vías férreas, aeropuertos y puertos- y vigilar su buen funcionamiento y operación.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes atenderá, prioritariamente, los siguientes proyectos:

- Conservación, mantenimiento y modernización de la infraestructura con que contamos y que es un capital nacional que no podemos dejar que se deteriore.
- Continuación para su conclusión, de obras útiles en proceso.
- Pavimentación de caminos de mano de obra que comuniquen las cabeceras municipales que no cuentan con ello.
- Solución de la situación de saturación del Aeropuerto Internacional “Benito Juárez” de la Ciudad de México.
- Conectividad universal con internet de Banda Ancha.
- Proyecto del Tren Maya.
- Desarrollo integral del Istmo de Tehuantepec.

En suma, el propósito es el que todos los habitantes del país tengan las oportunidades que exige el ser humano para gozar de una vida digna y que disminuyan en México las enormes diferencias que nos agobian.

Objetivos Prioritarios.

Las prioridades de atención del Sector Comunicaciones y Transportes para el periodo 2020-2024, se identifican a través de cuatro Objetivos Prioritarios, cuyo cumplimiento contribuirá a mejorar el nivel de vida de la población y al bienestar social de la Nación, mediante la construcción, modernización y conservación de una red intermodal de comunicaciones y transportes, accesible,

segura, eficiente, sostenible, incluyente, moderna y de forma transparente, así como reducir las brechas en materia de acceso a internet y banda ancha.

- Contribuir al bienestar social mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición, con visión de desarrollo regional e intermodal.
- Contribuir al desarrollo del país mediante el fortalecimiento del transporte con visión de largo plazo, enfoque regional, multimodal y sustentable, para que la población, en particular en las regiones de menor crecimiento, cuente con servicios de transporte seguros, de calidad y cobertura nacional.
- Promover la cobertura, el acceso y el uso de servicios postales, de telecomunicaciones y radiodifusión, en condiciones que resulten alcanzables para la población, con énfasis en grupos prioritarios y en situación de vulnerabilidad, para fortalecer la inclusión digital y el desarrollo tecnológico.
- Consolidar la red de infraestructura portuaria y a la marina mercante como detonadores de desarrollo regional, mediante el establecimiento de nodos industriales y centros de producción alrededor de los puertos y; mejorando la conectividad multimodal para fortalecer el mercado interno regional.

De lo anterior, para el presente proyecto se relaciona el objetivo y las estrategias que a continuación se describen:

Objetivo prioritario:

1. Contribuir al bienestar social mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición, con visión de desarrollo regional e intermodal.

Estrategias prioritarias:

- 1.1 Mejorar el estado físico de la red carretera federal a través de la conservación y reconstrucción para aumentar el bienestar, conectividad y seguridad de los usuarios de la infraestructura carretera.
- 1.2 Mejorar la seguridad vial en la red carretera federal para el bienestar de todos los usuarios.
- 1.3 Transparentar todo el proceso de gestión de obra pública para disminuir la corrupción y garantizar la calidad de la obra.
- 1.4. Incrementar la cobertura y accesibilidad de las vías de comunicación para impulsar el desarrollo regional y disminuir la marginación.
- 1.5 Mejorar la planeación y prospectiva de la infraestructura carretera, para contar con procesos sólidos y agiles de terminación de obra y detectar oportunamente las necesidades futuras de la infraestructura carretera.

Vinculación: De acuerdo al presente programa sectorial, la SCT contribuirá, entre otras, con las siguientes metas para el 2024: 1) Con el mantenimiento y conservación de 10,148 km de la red carretera federal libre, se pasará de 65% en estado bueno y regular al 90% en esa condición. 2) Construcción y modernización de 2,000 kilómetros de carreteras y autopistas. 3) Pavimentar 300

accesos a igual número de cabeceras municipales indígenas en el país. Esto genera empleos, reactiva las economías locales y desalienta la migración; y 5) Concluir 5 desdoblamientos carreteros a través de esquemas de Asociaciones Público Privadas, agrupados a 7 obras por 20,800 millones de pesos, 4 proyectos prioritarios por 30,700 millones de pesos y 14 obras por 54,300 millones de pesos, con una inversión estimada de 105,800 millones de pesos.

Al respecto, el presente proyecto encuentra correlación con los objetivos y las estrategias prioritarias que refiere este programa sectorial, al proponer la realización de obras y actividades para la construcción de la superestructura del puente vehicular S/N ubicado en el km 14+500 sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el Estado de Oaxaca. La finalidad de los trabajos proyectados es remover la deteriorada estructura de mampostería del actual puente vehicular para construir una nueva estructura de mayores dimensiones que permita mejorar el área hidráulica del punto de cruce entre el puente y el arroyo perenne Hondura de León, lo cual traerá como beneficios el de reducir los tiempos de traslado entre localidades y proporcionara seguridad a los pobladores circundantes a la obra, a la vez que traerá consigo múltiples beneficios sociales y económicos a la región.

III.8.2 Planes y Programas Estatales de Desarrollo

III.8.2.1 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 Oaxaca

El PED 2016-2022 de Oaxaca está estructurado en cinco ejes rectores:

2. Oaxaca incluyente con desarrollo social, que tiene por objetivo mejorar la calidad de vida y garantizar el acceso a los derechos sociales de toda la población.
3. Oaxaca moderno y transparente, que busca tener un estado fuerte, honesto, de principios y valores, cohesionado y competitivo.
4. Oaxaca seguro, que está enfocado en generar una sociedad segura, mediante la protección de su ciudadanía, la prevención del delito y el respeto de los derechos humanos.
5. Oaxaca productivo e innovador, cuyo fin es potenciar el desarrollo de todos los sectores económicos a través del empleo y la inversión nacional e internacional.
6. Oaxaca sustentable, que busca conservar y preservar las riquezas naturales y culturales de nuestra entidad.

Reconociendo la diversidad cultural y social del estado, el PED 2016-2022 además considera tres principales políticas transversales:

1. La reducción de las brechas de género;
2. La protección de los derechos de niñas, niños y adolescentes; y
3. El respeto a los pueblos indígenas y la comunidad afromexicana.

De lo anterior, para el presente proyecto se relaciona lo siguiente:

EJE IV: Oaxaca productivo e innovador.

Para cumplir el objetivo de potenciar e impulsar el desarrollo económico del estado, es urgente sentar las bases que generen un mayor crecimiento, esto mediante la diversificación de inversiones y el aprovechamiento de las ventajas competitivas. La Zona Económica Especial (ZEE) en el Istmo de Tehuantepec, promovida desde el Gobierno Federal, es un ejemplo de lo anterior, donde la participación de oaxaqueñas y oaxaqueños resulta fundamental. La mejora de la interconectividad entre Oaxaca y el resto del país, entre sus distintas regiones y dentro de cada

región, entre sus municipios y localidades, constituye otro gran reto para Oaxaca y su Gobierno; ello a través de una planeación estratégica de la inversión en infraestructura y logística de transporte integral, con comunicaciones modernas que promuevan el incremento de la competitividad, la productividad y el desarrollo económico, y al mismo tiempo, el fortalecimiento de las capacidades de los sujetos sociales.

Lo anterior, con base en un enfoque territorial que permita detonar, en los ámbitos microrregional, regional, estatal, nacional e incluso internacional, procesos de desarrollo articulados en beneficio de la población oaxaqueña en su conjunto.

OBJETIVO 1.

- Mejorar la conectividad del estado y dentro de sus regiones mediante infraestructura y una plataforma logística de trasporte integral y comunicaciones modernas que fomenten la competitividad, productividad y desarrollo económico y social.

ESTRATEGIA 1.1:

- Fortalecer las vías de comunicación, acordes con el ordenamiento territorial de Oaxaca, manteniéndolas en óptimas condiciones para impulsar el desarrollo económico y social desde una perspectiva sustentable.

LÍNEA DE ACCIÓN:

- Integrar y articular multimodalmente la región Sur del país, especialmente con los estados de Chiapas, Tabasco, Veracruz para la Zona Económica Especial.

ESTRATEGIA 1.2:

- Incrementar y mantener en buenas condiciones físicas la red de carreteras y caminos existentes en Oaxaca para mejorar la conectividad municipal, regional, interestatal y nacional.

LÍNEAS DE ACCIÓN:

- Incrementar la red carretera del estado privilegiando la conectividad como factor de desarrollo, fortaleciendo la competitividad territorial.
- Generar la corresponsabilidad de las comunidades beneficiadas, a través del tequio, en la conservación y reconstrucción de la red carretera y caminera.
- Reestructurar el Programa de Módulos de Maquinaria Microrregionales para la atención de los caminos rurales y brechas.
- Conservar y reconstruir la infraestructura carretera estatal.

Vinculación: Conforme al presente PED de Oaxaca, las comunicaciones y los transportes se constituyen en elementos básicos para el desarrollo económico y el mejoramiento de las condiciones de vida de las personas y las comunidades. En materia de desarrollo, el estado de Oaxaca enfrenta importantes desafíos, sobre todo si se tiene en cuenta que en el año 2014 se ubicaba como la segunda entidad más pobre del país, con 66.8% de su población en pobreza; una condición que para 2015 había cambiado muy poco, pues ocupaba el tercer lugar en marginación, sólo detrás de

Guerrero y Chiapas. Además, en términos económicos y productivos, Oaxaca se encuentra en la penúltima posición en los índices de competitividad nacional, principalmente debido a factores como sus características geográficas, demasiado accidentadas, y el tipo de tenencia de la tierra, con una gran proporción no regularizada por ser de carácter social; así como por los bajos niveles de servicios y acceso a mercados, considerando que las condiciones de comunicación y transporte presentan, en general, niveles de infraestructura mínimos o nulos en algunos municipios. Otro factor adverso en este sentido es su alta dispersión poblacional, donde casi 76.8% de las localidades tienen menos de 250 habitantes, 10.8% tienen de 250 a 500 habitantes y sólo 12.4% cuentan con más de 500 habitantes, lo que genera brechas de desarrollo y desequilibrios regionales entre las 10,496 comunidades de los 570 municipios de la entidad, lo que sin duda resalta las diversas problemáticas del sector, entre otras: 1. La escasa conectividad con la región Sur-Sureste y las distintas regiones que integran el estado. 2. La falta de infraestructura carretera y poca conservación de la existente. 3. Insuficientes medios de transporte. 4. Fenómenos meteorológicos que afectan las vías de comunicación, particularmente las carreteras, caminos y puentes; y 5) La orografía del estado que reduce la cobertura de las señales de radio y televisión.

La infraestructura carretera moviliza la mayor parte del transporte de carga (55% del total) y de personas (98% del total) que transitan por el país. Para atender esta demanda, la red carretera nacional cuenta con 377,660 km de longitud, dividida entre la red federal (49,652 km), las carreteras alimentadoras estatales (83,982 km), la red rural (169,429 km) y las brechas mejoradas (74,957 km).

Para mayor detalle, la infraestructura estatal presenta la siguiente situación:

A nivel estatal la red carretera, de acuerdo con Caminos y Aeropista de Oaxaca (cao), tiene una extensión de 24,836.8 km, distribuida en 3,085.2 km de carreteras troncales; 5,291.1 km de carreteras alimentadoras; 14,641.2 km de caminos rurales y 1,819.3 km de brechas.

En cuanto a la red troncal, integrada por las vías de comunicación que unen a las ciudades oaxaqueñas más importantes con las entidades vecinas y con el resto del país, presenta el siguiente estado físico: 60% bueno, 20% regular y 20% está en mal estado. Por su parte, en la red alimentadora estatal que permite la comunicación interregional y el enlace de los núcleos de población más importantes del estado, se observa la situación física siguiente: buena en 35%, regular en 20% y mala en 45%. Mientras que, en la red de caminos rurales y brechas, cuya función principal es la integración territorial, se observa que: 30% está en buenas condiciones, 25% en estado regular y 45% en malas condiciones. En relación con la densidad carretera, es de 260.4 km por cada 1,000 kilómetros cuadrados. Al tenerse como lo ideal 304.8 kilómetros por esa superficie de kilómetros, es claro que Oaxaca presenta una deficiencia en la cobertura, situación a la que deben sumarse dos grandes retos más en la política sectorial.

El primero radica en que el mantenimiento de la red demanda una planificación técnica rigurosa sustentada en recursos financieros oportunos y suficientes; el segundo, se asocia a la composición de la red, en su mayoría caminos rurales (58.9% del total estatal), que requieren mejoramiento y modernización para optimizar las condiciones de accesibilidad y movilidad en el interior del territorio. Otro dato relevante es que Oaxaca ocupa el sexto lugar del país en cuanto a longitud carretera, con 8,376.3 kilómetros pavimentados (33.7%), equivalentes 6.5% del total nacional; 14,641.2 kilómetros con revestimiento (58.9%), que representan 8.6%; y 1,819.3 kilómetros de terracerías y brechas (7.4%), 2.3% del total en el país.

En términos de accesibilidad, los 570 municipios oaxaqueños cuentan con acceso por vía terrestre. Por otra parte, 50% de estos municipios dispone de accesos carreteros pavimentados, por lo que la atención del resto representa una carencia que debe atenderse a la brevedad. En lo concerniente a las cabeceras distritales, 28 de las 30 cuentan con acceso carre- tero pavimentado, una situación que se mantiene desde el año 2005. Por todo lo anterior, el reto mayor del Gobierno de Oaxaca en este rubro consiste en la ampliación de la cobertura, así como en el mejoramiento de la infraestructura carretera existente, sin descuidar las acciones y los recursos destinados a la conservación y reconstrucción de la red, dado que actualmente nada más se conserva entre 30% y 40% del total del sistema carretero.

Al respecto, el presente proyecto propone la realización de obras y actividades para la construcción de la superestructura del puente vehicular S/N ubicado en el km 14+500 sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el Estado de Oaxaca. La finalidad de los trabajos proyectados es remover la deteriorada estructura de mampostería actual para construir una nueva estructura de mayores dimensiones que permita mejorar el área hidráulica del punto de cruce entre el puente vehicular y el arroyo perenne Hondura de León, lo cual traerá como beneficios el de reducir los tiempos de traslado entre localidades y proporcionara seguridad a los pobladores circundantes a la obra, a la vez que traerá consigo múltiples beneficios sociales y económicos a la región. Lo anterior, presenta correlación con lo que propone este plan estatal en materia de infraestructura vial, pues presenta como objetivo el de mejorar la conectividad del estado y dentro de sus regiones mediante infraestructura y una plataforma logística de trasporte integral y comunicaciones modernas que fomenten la competitividad, productividad y desarrollo económico y social; a través de incrementar y mantener en buenas condiciones físicas la red de carreteras y caminos existentes en Oaxaca para mejorar la conectividad municipal, regional, interestatal y nacional, para lo cual, es necesario conservar y reconstruir la infraestructura carretera estatal.

III.9 Normas Oficiales Mexicanas

La SEMARNAT conforme a sus facultades ha emitido en materia de agua, suelo, protección de flora y fauna, ruido, impacto ambiental, residuos, contaminación por fuentes fijas y/o móviles, etc., normas que señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación. Normas que, constituyen una herramienta de carácter regulatorio que adecua la conducta de los agentes económicos a los fines del Estado relacionados con la protección del ambiente y el equilibrio ecológico.

En lo que respecta a las obras y actividades a desarrollar del proyecto, algunas de las normas oficiales mexicanas que deberán observarse son:

III.9.1 En materia de flora y fauna

NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada DOF 30/diciembre/2010.	
Objetivo y Campo de aplicación	Esta norma tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la república mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta norma.

Definiciones	▪ 2.1. Biodiversidad: la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. ▪ 2.2. Categorías de riesgo. ▪ 2.1.1. Probablemente extinta en el medio silvestre (E). Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano. ▪ 2.2.2. En peligro de extinción (P). Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. ▪ 2.2.3. Amenazadas (A). Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. ▪ 2.2.4. Sujetas a protección especial (Pr). Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. ▪ 2.11. Manejo. Aplicación de métodos y técnicas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. ▪ 2.13. Reintroducción. La liberación planificada al hábitat natural de ejemplares de la misma subespecie silvestre o, si no se hubiera determinado la existencia de subespecies, de la misma especie silvestre, que se realiza con el objeto de restituir una población desaparecida.
Especificaciones a observar	▪ 4. Especificación general. ▪ 5. Especificaciones de las categorías e integración de la lista. ▪ 6. Criterios para la inclusión, cambio o exclusión de especies, subespecies y poblaciones en las categorías de riesgo.
Vinculación:	Para dar cumplimiento a esta norma, previo a la realización del presente estudio de impacto ambiental, se llevó a cabo una revisión detallada de especies de vida silvestre que pudieran encontrarse en la zona de estudio y estar entre las establecidas en esta norma oficial mexicana. Identificándose que no se tienen especies de fauna en el área del proyecto (AP) ni en el sistema ambiental (SA). Sobre flora, sólo se corroboró en el

	sistema ambiental la presencia de un helecho: *Sphaeropteris horrida* en la categoría de protección especial (Pr), en el área del proyecto (AP) no se identificó especies de flora enlistas en esta norma oficial mexicana. Asimismo, para contribuir con la conservación y protección de las especies de flora y fauna de la zona de estudio, se ejecutarán las medidas de mitigación que se describen en el capítulo VI del presente manifiesto, entre las que se encuentran: ▪ Delimitación de los polígonos de afectación directa. ▪ Prohibición de uso de fuego. ▪ Pláticas de concientización ambiental. ▪ Rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre. ▪ Rescate de flora en la superficie de la obra de desvío temporal. ▪ Reforestación y revegetación de la superficie ocupada por la obra de desvío provisional. ▪ Restauración integral de áreas degradas con baja cobertura vegetal.

III.9.2. En materia de suelos

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Publicada DOF 10/septiembre/2013.	
Objetivo y Campo de aplicación	Establecer los límites máximos permisibles de los hidrocarburos en suelos, incluidos en la TABLA 1 y los lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación en suelos con los hidrocarburos incluidos en la TABLA 1.
Definiciones	▪ 4.1 Características del sitio de muestreo. Son aquellos elementos físicos, biológicos, geográficos y socioeconómicos de un sitio presumiblemente contaminado a considerar en la planeación y ejecución del muestreo, que representan un factor a tomar en cuenta en la determinación del número y localización de los puntos de muestreo, así como en la determinación de la extensión de la contaminación. ▪ 4.2 Derrame. Descarga, liberación, rebose o vaciamiento de hidrocarburos en el suelo. ▪ 4.3 Hidrocarburos. Compuestos químicos orgánicos, constituidos principalmente por átomos de carbono e hidrógeno. ▪ 4.16 Suelo. Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad. ▪ 4.17 Suelo contaminado con hidrocarburos. Aquel en el cual se encuentran presentes los hidrocarburos incluidos en la TABLA 1,

<table>
<tr><td></td><td>en una concentración mayor a los límites máximos permisibles establecidos en las TABLAS 2 y 3.</td></tr>
<tr><td>Especificaciones a observar</td><td>

6. Límites máximos permisibles.
6.1 Los productos asociados a los derrames de hidrocarburos, para los que se establecen límites máximos permisibles de contaminación en suelos, se enlistan en la TABLA 1.

TABLA 1.- Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante
<table>
<tr><th>PRODUCTO CONTAMINANTE</th><th colspan="5">HIDROCARBUROS</th></tr>
<tr><th></th><th>FRACCIÓN PESADA</th><th>FRACCIÓN MEDIA</th><th>HAP</th><th>FRACCIÓN LIGERA</th><th>BTEX</th></tr>
<tr><td>Mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr>
<tr><td>Petróleo crudo</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr>
<tr><td>Combustóleo</td><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Parafinas</td><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Petrolatos</td><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Aceites derivados del petróleo</td><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Gasóleo</td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Diesel</td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Turbosina</td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Queroseno</td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Creosota</td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Gasavión</td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td></tr>
<tr><td>Gasolvente</td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td></tr>
<tr><td>Gasolinas</td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td></tr>
<tr><td>Gas nafta</td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td></tr>
</table>

6.2. Los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos se presentan en las tablas 2 y 3.

TABLA 2.- Límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo
<table>
<tr><th>FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS</th><th colspan="3">USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)</th><th>MÉTODO ANALÍTICO</th></tr>
<tr><th></th><th>Agrícola, forestal, pecuario y de conservación</th><th>Residencial y recreativo</th><th>Industrial y comercial</th><th></th></tr>
<tr><td>Ligera</td><td>200</td><td>200</td><td>500</td><td>NMX-AA-105-SCFI-2008</td></tr>
<tr><td>Media</td><td>1 200</td><td>1 200</td><td>5 000</td><td>NMX-AA-145-SCFI-2008</td></tr>
<tr><td>Pesada</td><td>3 000</td><td>3 000</td><td>6 000</td><td>NMX-AA-134-SCFI-2006</td></tr>
</table>
NOTA 1:
1. Para usos de suelo mixto, deberá aplicarse el límite máximo permisible más estricto, para los usos de suelo involucrados.
</td></tr>
</table>

	TABLA 3.- Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo HIDROCARBUROS ESPECÍFICOS / USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA) / MÉTODO ANALÍTICO Agrícola, forestal, pecuario y de conservación / Residencial y recreativo / Industrial y comercial Benceno 6 6 15 NMX-AA-141-SCFI-2007 Tolueno 40 40 100 NMX-AA-141-SCFI-2007 Etilbenceno 10 10 25 NMX-AA-141-SCFI-2007 Xilenos (suma de isómeros) 40 40 100 NMX-AA-141-SCFI-2007 Benzo[a]pireno 2 2 10 NMX-AA-146-SCFI-2008 Dibenzo[a,h]antraceno 2 2 10 NMX-AA-146-SCFI-2008 Benzo[a]antraceno 2 2 10 NMX-AA-146-SCFI-2008 Benzo[b]fluoranteno 2 2 10 NMX-AA-146-SCFI-2008 Benzo[k]fluoranteno 8 8 80 NMX-AA-146-SCFI-2008 Indeno (1 ,2,3-cd)pireno 2 2 10 NMX-AA-146-SCFI-2008 NOTA 2: 1. Para usos de suelo mixto deberá aplicarse el límite máximo permisible más estricto, para los usos de suelo involucrados. ▪ 7. lineamientos para el plan de muestro en la caracterización. ▪ 8. Especificaciones ambientales para la remediación.
Vinculación:	En caso de que por alguna circunstancia durante la ejecución del proyecto se produzca alguna actividad que pueda incidir en la composición natural del suelo, como, por ejemplo, el derrame de hidrocarburos (diesel, gasolina), se realizaran las acciones que refiere esta norma oficial mexicana, y estarán a cargo de la empresa responsable designada para la ejecución del proyecto.

III.9.3 En materia de residuos peligrosos

NOM-052-SEMARNAT-2005. Publicada DOF 23/junio/2006.	
Objetivo y Campo de aplicación	Esta norma oficial mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales. Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo.
Definiciones	▪ 5.5 Fuente específica. Las actividades que generan residuos peligrosos y que están definidas por giro o proceso industrial. ▪ 5.6 Fuente no específica. Las actividades que generan residuos peligrosos y que por llevarse a cabo en diferentes giros o procesos se clasifican de manera general. ▪ 5.9 Residuos peligrosos resultado del desecho de productos fuera de especificaciones o caducos. Sustancias químicas que han perdido, carecen o presentan variación en las características necesarias para ser utilizados, transformados o comercializados respecto a los estándares de diseño o producción originales.
Especificaciones a observar	▪ 7. Características que definen a un residuo como peligroso.
Vinculación:	Los residuos sólidos y líquidos peligrosos que se generen en todas las etapas de la obra, serán separados en dos tipos: sólidos y líquidos; y jamás deberán ser mezclados con otro tipo de residuos sólidos urbanos o de manejo

	especial Los residuos sólidos peligrosos estarán compuestos por estopas y cartones impregnados de aceite, grasa o algún otro material combustible. Botes vacíos de aceite, de grasas, de combustible, de solventes y pintura, piezas inservibles de la maquinaria. Los residuos líquidos peligrosos estarán conformados por aceites usados, restos de pintura y solventes. Todos estos residuos se colocarán bajo techo para no tener contacto con el ambiente y en contenedores con tapa debidamente rotulados para su identificación y clasificación. Al final de la construcción del proyecto se procederá a entregarlos, mediante manifiesto generador de residuos peligrosos, a la empresa transportista y de disposición final; verificando que esta empresa cuente con las autorizaciones respectivas.

III.9.4 En materia de ruido

NOM-080-SEMARNAT-1994. Publicada DOF 15/diciembre/1994.	
Objetivo y Campo de aplicación	Esta norma oficial mexicana 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. La presente norma oficial mexicana se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.
Definiciones	▪ 4.12. Ruido. Todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas. ▪ 4.17. Vehículo automotor. El vehículo de transporte terrestre de cargo o de pasajeros que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz. ▪ 4.18. Vehículo en circulación. El Vehículo automotor que transita en la vía pública.
Especificaciones a observar	▪ 5.9. Los límites máximos permisibles de emisión de ruido para los vehículos automotores son: ▪ 5.9.1. Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB (A) de acuerdo a su peso bruto vehicular y son mostrados en la Tabla 1.

<table>
<tr><td></td><td>
TABLA 1
<table>
<tr><th>¡Error! Marcador no definido.
PESO BRUTO VEHICULAR (Kg)</th><th>LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A)</th></tr>
<tr><td>Hasta 3,000</td><td>86</td></tr>
<tr><td>Más de 3,000 y hasta 10,000</td><td>92</td></tr>
<tr><td>Más de 10,000</td><td>99</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Vinculación:</td><td>Los vehículos automotores a utilizar durante las diferentes etapas del proyecto deberán sujetarse a las especificaciones que esta NOM contempla para el correcto funcionamiento de los mismos, por lo que, para el control de la emisión de ruido se propone realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos que se utilicen durante la obra, esto, para minimizar la generación de niveles altos de ruidos.
También, todo lo concerniente a la obra constructiva se deberá realizar en horarios estrictamente diurnos, evitando afectaciones a las conductas de fauna silvestre nocturna y las que se encuentran en las inmediaciones, pues de trabajar en la noche, se estaría perturbando más de lo necesario por medio del ruido, muerte de individuos debido a la menor visibilidad, etc.</td></tr>
</table>

III.9.5 En materia de emisiones atmosféricas

NOM-041-SEMARNAT-2015. Publicada DOF 10/junio/2015.	
Objetivo y Campo de aplicación	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.
Definiciones	▪ 3.9. Vehículo automotor en circulación. Vehículo de transporte terrestre de carga o de pasajeros, propulsado por su propia fuente motriz, enajenado por lo menos en una ocasión y que cuenta con permiso para circular por vialidades públicas.
Especificaciones a observar	▪ 4.2 Límites máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en circulación en el país, que usan gasolina como combustible. ▪ 4.2.1 Los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, óxidos de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape; así

como el valor de Factor Lambda de vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, en función del método de prueba dinámica y el año modelo, son los establecidos en la TABLA 1 de la presente Norma Oficial Mexicana.

TABLA 1.- Límites Máximos Permisibles de Emisión del Método Dinámico

Año - modelo vehicular	Hidrocarburos (HC hppm)	Monóxido de Carbono (CO % vol.)	Oxígeno (O_2 % vol.)	Óxidos de Nitrógeno (NO_x ppm)	Dilución ($CO + CO_2$ % vol.)		Factor Lambda Máx.
					Mín.	Máx.	
1990 y Anteriores	350	2,5	2,0	2 500	13	16,5	1,05
1991 y posteriores	100	1,0	2,0	1 500	13	16,5	1,05

Nota de equivalencias: 1.- ppm o hppm (µmol/mol) y 2.- % vol. (cmol/mol).

- 4.2.2 Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, los límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape de los vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, establecidos en el Método de prueba estática procedimiento de medición, de la NOM-047-SEMARNAT-2014 o la que la sustituya; en función del año-modelo, son los establecidos en el numeral 4.2.2, (TABLA 2) de la presente Norma Oficial Mexicana y serán aplicables de acuerdo al transitorio quinto de la misma.

TABLA 2.- Límites Máximos Permisibles de Emisión del Método Estático

Año modelo vehicular	Hidrocarburos (HC hppm)	Monóxido de Carbono (CO % vol.)	Oxígeno (O_2 % vol.)	Dilución ($CO + CO_2$ % vol.)		Factor Lambda Máx.
				Mín.	Máx.	
1993 y Anteriores	400	3,0	2,0	13	16,5	1,05
1994 y posteriores	100	1,0	2,0	13	16,5	1,05

- 4.5 Los vehículos nuevos podrán quedar exentos de la verificación vehicular obligatoria por un periodo de hasta dos años posteriores a partir de su adquisición, y de acuerdo a lo establecido en las disposiciones expedidas por las autoridades federales y/o locales competentes. Estas autoridades podrán ampliar el beneficio de exención de acuerdo a las políticas de promoción de vehículos con nuevas tecnologías de control de emisiones.

Vinculación:

Los vehículos automotores que transiten por la zona de estudio durante la construcción del proyecto, deberán considerar las especificaciones que esta norma oficial mexicana establece para el correcto funcionamiento de los mismos, toda vez que existirán emisiones a la atmósfera por este tipo de transporte, por lo que, para reducir la emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que usan gasolina como combustibles, se propone que cada vehículo usado deberá contar o tener acreditado el debido proceso de verificación vehicular, evitando descargas perjudiciales al medio ambiente por parte de los equipos.

Así también, la constructora deberá tener un control estricto del mantenimiento de la maquinaria y vehículos usados en la ejecución de

	obra, llevando una bitácora que contenga todo lo relacionado a esto. Para ello, tendrá que contar con un programa de mantenimiento rutinario y emergente, el cual se presentará de forma mensual.

NOM-045-SEMARNAT-2017. Publicada DOF 08/marzo/2018.	
Objetivo y Campo de aplicación	La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición. Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, Centros de Verificación Vehicular, Unidades de Verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.
Definiciones	▪ 3.10 Motor. La fuente de potencia que se caracteriza por el combustible que es encendido dentro de la cámara, debido al calor producido por la compresión de aire dentro de la misma. ▪ 3.14 Opacidad. Fracción de luz transmita, de una fuente luminosa a través de una corriente de gases de escape, que es impedida de alcanzar el receptor y, se expresa en función de la transmitancia. ▪ 3.22 Fracción de luz que logra cruzar una corriente de gases de escape dentro del instrumento de medición y llega al receptor, cuya expresión matemática es en términos de la intensidad de luz. ▪ 3.26 Vehículo automotor en circulación. Unidad de transporte terrestre de carga o de pasajeros que transita en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.
Especificaciones a observar	▪ 4. Límites máximos permisibles de opacidad del humo, expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad. ▪ 4.1 Los límites máximos permisibles de emisión del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3,856 kilogramos, es el establecido en la tabla 1. TABLA 1.- Límites máximos permisibles de opacidad del humo en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3,856 kg.

Año-modelo del vehículo	Coeficiente de absorción de luz (m^{-1})	Por ciento de opacidad (%)
2003 y anteriores	2.00	57.68
2004 y posteriores	1.50	47.53

	▪ 4.2. Los límites máximos permisibles de emisión del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo y con peso bruto vehicular mayor a 3,856 kilogramos, son los establecidos en la tabla 2.

<table>
<tr><td></td><td>TABLA 2.- Límites máximos permisibles de opacidad del humo en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea mayor a 3,856 kg.
<table>
<tr><th>Año-modelo del vehículo</th><th>Coeficiente de absorción de luz (m^{-1})</th><th>Por ciento de opacidad (%)</th></tr>
<tr><td>1997 y anteriores</td><td>2.25</td><td>61.99</td></tr>
<tr><td>1998 y posteriores</td><td>1.50</td><td>47.53</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Vinculación:</td><td>Los vehículos automotores a utilizar durante la construcción del proyecto deberán cumplir con las especificaciones de esta norma oficial mexicana, en virtud de que los motores de estos vehículos trabajan en su gran mayoría con combustible diésel y, en consecuencia, emiten contaminantes a la atmósfera, por lo que, para reducir las emisiones por coeficiente de absorción de luz y por ciento de opacidad provenientes del escape de vehículos automotores que usan diésel como combustibles, se propone que cada vehículo usado deberá contar o tener acreditado el debido proceso de verificación vehicular, evitando descargas perjudiciales al medio ambiente por parte de los equipos. A su vez, la constructora deberá tener un control estricto del mantenimiento de la maquinaria y vehículos usados en la ejecución de obra, llevando una bitácora que contenga todo lo relacionado a esto. Para ello, tendrá que contar con un programa de mantenimiento rutinario y emergente, el cual se presentará de forma mensual.</td></tr>
</table>

III.10 Normas de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

La normativa para la infraestructura del transporte (Normativa SCT) es el conjunto de criterios, métodos y procedimientos para la correcta ejecución de los trabajos que realiza la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para la infraestructura del transporte y tiene los siguientes objetivos.

- La uniformidad de estilo y calidad en las obras públicas y en los servicios relacionados con ellas, que realiza la Secretaría para la infraestructura del transporte, estableciendo los criterios y procedimientos para la planeación, licitación, adjudicación, contratación, ejecución, supervisión y, en su caso, operación y mitigación del impacto ambiental.
- Establecer los criterios y procedimientos para la concesión de la infraestructura para el transporte.
- Normar las relaciones de la Secretaría con las personas físicas y/o morales que contraten la ejecución de obras públicas y los servicios relacionados con ellas, o a las que se les otorguen concesiones de infraestructura para el transporte.
- Orientar la selección y aplicación de los criterios, métodos y procedimientos más convenientes para la realización de los estudios y proyectos; para la ejecución, supervisión, aseguramiento de calidad, operación y mitigación del impacto ambiental de la infraestructura durante su construcción, conservación, reconstrucción y modernización.

Conforme a lo anterior y teniendo presente que el proyecto es una obra promovida por la SICT, durante el proceso de sus actividades, algunas de las normas de construcción que deberán observarse son las siguientes:

III.10.1 Normas sobre estructuras

Normas sobre estructuras	
N·CTR·CAR·1·02·003/04. CONCRETO HIDRÁULICO	La norma menciona los aspectos a considerar en la fabricación y utilización de concreto hidráulico en estructuras y obras de drenaje, para carreteras de nueva construcción. El concreto hidráulico es una combinación de cemento Portland, agregados pétreos, agua y aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente. Se clasifica en: Concreto Normal, Concreto Ligero, Concreto Lanzado y Concreto Ciclópeo.
N.CTR.CAR.1.02.004/02. ACERO PARA CONCRETO HIDRÁULICO.	La norma contiene los aspectos por considerar en la utilización del acero para concreto hidráulico en construcción de puentes, estructuras y obras de drenaje, para carreteras de nueva construcción. El acero para concreto hidráulico lo constituyen las varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rejillas o mallas de alambre, metal desplegado u otras secciones o elementos estructurales que se utilizan dentro o fuera del concreto hidráulico, instalados en ductos o no, para tomar los esfuerzos internos de tensión que se generan por la aplicación de cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura.

III.10.2 Normas sobre cimentaciones

Normas sobre cimentaciones	
N.CTR.CAR.1.06.003/01. PILOTES COLADOS EN EL LUGAR.	La norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de pilotes de concreto hidráulicos colados en el lugar para cimentaciones profundas de obra en carreteras de nueva construcción. Los pilotes de concretos colados en el lugar son elementos estructurales alargados, cuyo diámetro o dimensión transversal generalmente es igual o inferior a dos (2) metros, elaborados en su lugar definitivo con concreto reforzado colado dentro de excavaciones previas con o sin ademe, para la cimentación profunda de estructuras, con el objeto de transmitir las cargas de la superestructura la subsuelo.
N.CTR.CAR.1.06.005/01. CILINDROS Y CAJONES DE CIMENTACIÓN.	La norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de cilindros y cajones de cimentación para cimentaciones profundas de obras en carreteras de nueva construcción. Los cilindros o cajones de cimentación son elementos estructurales elaborados con concreto reforzado, para la cimentación de estructuras con el objeto de transmitir las cargas de la superestructura al subsuelo. Se utilizarán principalmente en cimentaciones bajo agua.

III.10.3 Normas sobre pavimentos

Normas sobre pavimentos	
N.C.TR.CAR.1.04.001/03. REVESTIMIENTOS ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.	La norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de revestimientos como superficies de rodadura para caminos, ya sean estabilizados con cloruro de calcio o sin estabilización. El revestimiento es una capa de materiales pétreos seleccionados, con una composición granulométrica determinada, que se coloca sobre las terracerías con el objeto de servir como superficie de rodadura. Si lo indica el proyecto o lo ordena la Secretaría, se estabiliza con cloruro de calcio, para mejorar su nivel de servicio y disminuir la generación de polvo durante el paso de los vehículos.
N.CTR.CAR.1.04.005/00. RIEGOS DE LIGA.	La norma contiene los aspectos a considerar en la aplicación de riegos asfálticos de liga en la construcción de carreteras y autopistas. Consiste en la aplicación de un material asfaltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construya encima. Normalmente se utiliza una emulsión asfáltica de rompimiento rápido. La aplicación del riego de liga puede omitirse si la carpeta asfáltica que se construirá encima tiene un espesor mayor o igual que diez (10) centímetros.
N.CTR.CAR.1.04.006/04. CARPETAS ASFÁLTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE.	La norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente, para pavimentos de carreteras de nueva construcción. Las carpetas asfálticas con mezcla en caliente, son aquellas que se constituyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación. Según la granulometría del material pétreo que se utilice, pueden ser de granumelotria densa, semiabierta o abierta.

III.10.4 Normas sobre drenaje y subdrenaje

Normas sobre drenaje y subdrenaje	
N.CTR.CAR.1.03.001/20. ALCANTARILLAS DE LÁMINA CORRUGADA DE ACERO.	Esta norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de alcantarillas de lámina corrugada de acero como obras de drenaje para carreteras de nueva construcción. Las alcantarillas de lámina corrugada de acero son estructuras flexibles que se construyen mediante tubos o arcos de lámina corrugada de acero, gormas por dos o más placas ensambladas y colocadas sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan, pueden ser sen zanja, en zanja con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y esviajada; según su geometría se clasifican en alcantarillas de tubo circular, de

	tubo abovedado o de bóveda; y según su modo de ensamble se clasifican en anidables y seccionables.
N.CTR.CAR.1.03.002/20. ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO.	Esta norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de alcantarillas tubulares de concreto, como obras de drenaje para carreteras de nueva construcción. Las alcantarillas tubulares de concreto son estructuras rígidas, que se construyen mediante tubos de concreto con o sin refuerzo, colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan, pueden ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén, según su ubicación se clasifican en normal y esviajada.
N.CTR.CAR.1.03.014/09. ALCANTARILLAS DE TUBOS CORRUGADOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.	Esta norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad, como obras de drenaje para carreteras de nueva construcción. Las alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad son estructuras flexibles, que se construyen mediante este tipo de tubos colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. según el terreno donde se construyan pueden ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y esviajada.

Vinculación:

El proyecto se vincula con estas normas de construcción, ya que éstas proponen valores específicos para su diseño, características y calidad de los materiales y de los equipos de instalación permanente, así como, los métodos generales de ejecución, medición y base de pago de los diversos conceptos de obra y, en general, todos aquellos aspectos que se puedan convertir en especificaciones al incluirse en los proyectos o en los términos de referencia para la ejecución de las obras públicas y de los servicios relacionados con la infraestructura del transporte, éstos valores, métodos y especificaciones orientan la ejecución, supervisión, aseguramiento de calidad, operación y mitigación del impacto ambiental de la infraestructura carretera durante su construcción, conservación, reconstrucción y modernización.

III.11 CONCLUSIONES

El presente proyecto refiere obras y actividades para la construcción de la superestructura del puente vehicular S/N ubicado en el km 14+500 sobre el Camino San Sebastián Tecomaxtlahuaca - San Martin Duraznos - Guadalupe Nundaca, en el Estado de Oaxaca. Obras y actividades que por su ubicación, dimensión, características y alcance involucran la observancia de diversas disposiciones jurídicas existentes en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente en los tres órdenes de gobierno. Por lo que, de acuerdo a lo presentado en este capítulo III, se describe de manera puntual la concordancia entre las obras y actividades del proyecto y los principales instrumentos jurídicos de política ambiental analizados.

La **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** (LGGEPA) y su **Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental** (REIA) establecen que las obras y actividades

relacionadas con la construcción o modernización de vías generales de comunicación (puente vehicular)) y la construcción de obra civil en la zona federal de cuerpos de agua (arroyo perenne), requieren de la autorización en materia ambiental por parte de la autoridad federal competente por las posibles alteraciones o afectaciones ambientales que procedan con la realización de estos trabajos. Por lo que, en cumplimiento a lo establecido en esta Ley y Reglamento, se presenta a la SEMARNAT-DGIRA la manifestación de impacto ambiental modalidad particular (MIA-P) del presente proyecto para su análisis y resolución respectiva.

Las obras y actividades que se proponen para la construcción de la nueva superestructura del puente vehicular existente no contravienen las políticas ambientales de restauración y aprovechamiento sustentable, ni las estrategias sectoriales establecidas en la unidad ambiental biofísica: "UAB 99 Cordillera Costera del Sureste de Guerrero" del **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio**, toda vez que no establecen prohibiciones para el desarrollo del sector carretero en el país, además, este instrumento de política ambiental no tiene por objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, y es de carácter orientativo dirigido a la administración pública federal (APF).

De igual manera, el proyecto no contraviene los usos de suelo, la política ambiental de aprovechamiento sustentable, y los criterios ecológicos establecidos en la unidad de gestión ambiental: 012 del **Programa de Ordenamiento Ecológico Regional (POER) del Territorio del Estado de Oaxaca**. Los criterios ecológicos de la UGA aplicable al proyecto, no determinan prohibición alguna para el desarrollo de las obras y actividades propuestas, aunque si la condicionan, al mismo tiempo que inducen a la protección, la conservación y la restauración del ecosistema de la zona. En este sentido, el proyecto propone la ejecución de medidas preventivas, de mitigación y de compensación, para los impactos sobre el medio ambiente.

La concordancia del proyecto con el **Plan Nacional de Infraestructura 2018-2024** y con el **Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024**, radica en que éstos tienen como objetivo el construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población, favoreciendo de esta manera a la integración de las distintas regiones del país y elevando el crecimiento económico de las poblaciones al generar más empleo con la construcción de caminos y alcanzar el desarrollo sustentable.

En relación a la infraestructura carretera, el **Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 Oaxaca**, establece como estrategias el fortalecer las vías de comunicación, manteniéndolas en óptimas condiciones para impulsar el desarrollo económico y social desde una perspectiva sustentable, y el incrementar y mantener en buenas condiciones físicas la red de carreteras y caminos existentes, para mejorar la conectividad municipal, regional, interestatal y nacional. De ahí que, el presente proyecto se relaciona con las estrategias de este documento de planeación, por tratarse propiamente de una obra que servirá para mejorar la conectividad del estado y dentro de sus regiones mediante infraestructura y una plataforma logística de trasporte integral y comunicaciones modernas que fomenten la competitividad, productividad y desarrollo económico y social

Aunado a lo anterior, es preciso referir que el proyecto no tiene como objetivo el aprovechamiento o utilización de los recursos naturales renovables o no renovables de la región, ni su desarrollo generará contaminación permanente al aire, al agua y al suelo. Las obras y actividades que se proyectan únicamente requieren de la ocupación del suelo para la construcción y adecuado funcionamiento del puente vehicular, es decir, el proyecto una vez ejecutado no causará más impactos ambientales de los que, en su momento, durante su ejecución se puedan prever, atenuar y

compensar, por lo que, la realización de las obras y actividades proyectadas en conjunto con las medidas de mitigación propuestas, no afectarán la integralidad funcional y la capacidad de carga del ecosistema en la región a intervenir.

En síntesis, la ejecución de los trabajos propuestos no presenta incongruencia o incompatibilidad en todos los órdenes jerárquicos normativos que en el inciden, por el contrario, se observa un proceso armonioso de observancia jurídica aplicable con el que se cumple, por lo que, se puede afirmar que su construcción es jurídicamente viable al cumplir con todos estos elementos de forma y fondo.

CAPITULO IV

DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTOS DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Contenido

IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental (SA) y del Área de Influencia (AI) del proyecto.....3
IV.1.1 Proceso de delimitación del Sistema Ambiental (SA).....3
IV.1.2 Delimitación del área de influencia (AI).....8
IV.2 Aspectos bióticos.....9
IV.2.1 Fisiografía.....9
IV.2.1.1 Provincia fisiográfica.....9
IV.2.1.2 Subprovincia fisiográfica.....10
IV.2.2 Clima.....11
IV.2.3 Relieve.....13
IV.2.3.1 Sistema de topoformas.....13
IV.2.3.2 Rango altitudinal.....14
IV.2.3.3 Rangos de pendientes.....15
IV.2.4 Edafología.....16
IV.2.4.1 Tipos de suelos.....16
IV.2.4.2 Degradación de suelos.....18
IV.2.5 Geología.....19
IV.2.5.1 Tipos de rocas.....19
IV.2.6 Geohidrología.....21
IV.2.7 Regionalización sísmica.....22
IV.2.8 Hidrología.....23
IV.2.8.1 Ubicación hidrológica (Región, cuenca, subcuenca y microcuencas).....23
IV.2.8.2 Red hídrica superficial.....26
IV.2.8.3 Acuífero.....27
IV.3 Aspectos bióticos.....29
IV.3.1 Vegetación.....29
IV.3.1.1 Vegetación en el Sistema Ambiental (SA/AI).....29
IV.3.1.2 Metodología.....35
IV.3.1.3 Vegetación en el área del proyecto (AP).....49
IV.3.2 Fauna.....53
IV.3.2.1 Probable ocurrencia.....53
IV.3.2.2 Metodología para el levantamiento de datos (muestreos).....57
IV.3.2.3 Resultados del registro en campo.....62
IV.3.2.4 Especies de fauna dentro de la Norma Oficial Mexicana.....68
IV.3.2.5 Afectación del proyecto hacia la fauna silvestre.....69
IV.4 Medio socioeconómico.....71
IV.4.3.1 Datos demográficos.....71
IV.4.3.2 Características económicas.....73
IV.4.3.3 Condiciones de servicios básicos.....73
IV.4.3.3.1 Vivienda y disponibilidad de bienes y servicios.....73
IV.4.3.3.2 Salud.....74
IV.4.3.3.3 Educación.....75
IV.4.3.4 Indicador de marginación y rezago social.....76
IV.4.3.5 Principales actividades económicas.....77
IV.4.3.5.1 Agricultura.....77
IV.4.3.5.2 Ganadería.....77
IV.4.3.5.3 Comercio.....77
IV.5 Paisaje.....78
IV.6 Diagnóstico Ambiental.....87
IV.6.1 Ponderación de factores ambientales en campo.....87
IV.7 Bibliografía.....90

CAPÍTULO IV

DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTOS DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental (SA) y del Área de Influencia (AI) del proyecto

IV.1.1 Proceso de delimitación del Sistema Ambiental (SA)

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) es la base para entender la relación que guarda el proyecto que se pretende construir, con su entorno ambiental, el SA nos sirve para realizar un diagnóstico integral que permite conocer las condiciones actuales, sus tendencias de desarrollo y deterioro, así como establecer los pronósticos derivados de los posibles efectos del proyecto sobre dichas condiciones.

De acuerdo con la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, el objetivo del Sistema Ambiental es describir y analizar en forma integral qué constituye el entorno del proyecto.

De acuerdo a (González y Díaz: 1974), el objetivo de la delimitación de un SA, es básicamente la integración de diversa información del lugar a diagnosticar y su traducción en un sistema de unidades ambientales homogéneas, donde cada *"área debe guardar cierta homogeneidad interna de caracteres bióticos y abióticos en que se divide el territorio pretendiendo efectuar una síntesis de los caracteres más notables de cada una de las observaciones temáticas"*.

La delimitación del SA, debe incluir unidades territoriales homogéneas y completas en las que se integra, se toma en cuenta cada tipo de información con criterios dominantes y las bases legales existentes.

De acuerdo con los términos de referencia para una manifestación de impacto ambiental del proyecto de carreteras de la SCT, dice que se *"examinarán los componentes del ambiente que permitan definir una región relativamente homogénea, con interacciones tales que configure un sistema ambiental por sus propiedades de uniformidad y continuidad en sus componentes ambientales (geoformas, cuencas y subcuencas, cuerpos y corrientes de agua, tipo de suelo, flora, fauna, población humana, paisaje, u otros debidamente fundamentados), e incluso se puede delimitar por la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el diario Oficial de la federación o en el boletín o periódico Oficial de la entidad federativa correspondiente"*.

Para realizar el análisis de las diferentes capas de las fuentes e información, es necesario seguir un proceso metodológico, Galocho (1988:135) menciona que *"existen dos caminos metodológicos que se pueden usar, el método de cartografía directa y el de sobreposición digital"*, se considera al segundo método, como el más apropiado de acuerdo a los insumos con los que se cuentan, además de que permite apoyarse en tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Una vez que se cuenta con las diferentes capas de información y ArcGis como herramienta de tecnología SIG, se analizarán cada uno de los componentes, se establecerá la delimitación definitiva del SA, tomando en cuenta cada uno de los criterios que se marcan dentro de los términos de referencia de la SCT.

Finalmente, el SA será entendido como el espacio geográfico descrito y delimitado como una unidad funcional, cuyos elementos y procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos, dada su continuidad, interactúan para mantener un equilibrio que permita su desarrollo sostenible, cuya delimitación puede derivar de la uniformidad y continuidad de sus ecosistemas.

Proceso de delimitación del SA

Es importante señalar que, el Sistema Ambiental como espacio geográfico, es el área de referencia en el que se encuentra inserto el sitio del proyecto para su estudio y análisis ambiental, es decir, el espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos. Por tanto, la delimitación del Sistema Ambiental (SA), equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental, lo que implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo.

Es por ello que el SA es considerado como una herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental; por lo que, a través de esta noción de sistema ambiental, es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y el funcionamiento del/los ecosistemas en términos relativos y en función del tamaño o dimensión de los factores ambientales en el SA, y con ello efectuar previsiones de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto. La importancia de esta delimitación deriva de la función que tiene en el proceso de evaluación de impacto ambiental, toda vez que se trata del área de referencia a la que se acudirá en todo momento durante el procedimiento.

En cuanto a la caracterización del SA, se refiere a la descripción y análisis integral de los elementos (bióticos y abióticos) que interactúan de forma dinámica en procesos de desarrollo y conservación ambiental, con el objeto de hacer la identificación de sus condiciones ambientales antes de la ejecución del Proyecto y de sus principales tendencias de desarrollo y/o deterioro.

Para comenzar a delimitar el SA del presente proyecto, se consultaron las siguientes fuentes cartográficas de información disponible en las siguientes instituciones:

- ✓ *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*
- ✓ *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*
- ✓ *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)*
- ✓ *Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)*
- ✓ *Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE)*
- ✓ *Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, Sección México (CIPAMEX)*
- ✓ *Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)*
- ✓ *Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL)*
- ✓ *Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial (SIGA)*
- ✓ *Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)*

Así mismo, de acuerdo a la guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad particular, referida anteriormente, se tiene que, para la delimitación del SA se deberán contemplar los siguientes criterios:

Los límites del área de estudio deben estar conformados por unidades ambientales completas, según se establezcan en regionalizaciones ecológicas y/o naturales existentes (por ejemplo, ordenamiento ecológico, regiones productivas, hidrológicas, entre otras).

Si en el área de estudio existe un ordenamiento ecológico decretado, la información anterior se utilizará para identificar las unidades ambientales sobre las cuales se encuentra el proyecto. El conjunto de unidades ambientales completas identificadas será el área de estudio.

Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado, se establecerán los límites a través de interrelacionar las características del proyecto con los siguientes criterios; rasgos geomorfológicos, límites político-administrativos, tipos de vegetación, regiones productivas, cuencas hidrológicas, etc.

Una vez aclarado lo anterior, se prosigue a describir el procedimiento empleado para la delimitación del SA:

Se reunió y cargó la información cartográfica obtenida de las fuentes antes referidas y la información vectorial del proyecto (Estructura y/o puntos) en un Sistema de Información Geográfica (SIG), específicamente en el software ArcMap 10.6.

1) Se agregó la estructura y la ubicación puntual en formato SHP en el programa Arc Gis 10.6 (Imagen 1).

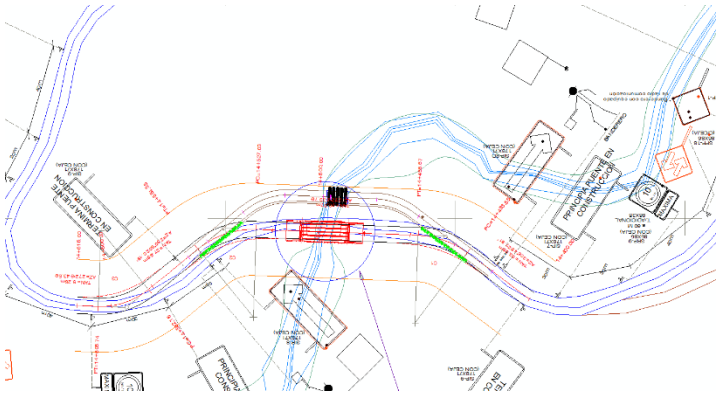


Imagen 1. Georreferenciación del proyecto en un ambiente SIG

2) Se sobrepusieron las siguientes cartas temáticas en Arc Gis 10.6:

- Acuíferos
- Climas
- Edafología
- Geología
- Subcuencas hidrológicas
- Subprovincias fisiográficas.
- Uso de suelo y vegetación
- Degradación de Suelos
- RMP
- Sitios Prioritarios marinos
- MOEGT
- Entre otras más.

De las cuales se utilizaron por sus características homogéneas las siguientes.

3) De acuerdo al análisis de cada una de las capas mencionadas, se tomó en cuenta lo siguiente, para comenzar a delimitar el SA.

- ***Microcuencas de la FIRCO.*** Está capa temática se empleó para delimitar casi en su totalidad por la microcuenca Santa Cruz rancho viejo en el norte, Lázaro cárdenas y Ciénega Rabona en el poniente y 20-081-01-003 en el sur, como se ve en imagen. (Imagen 2).

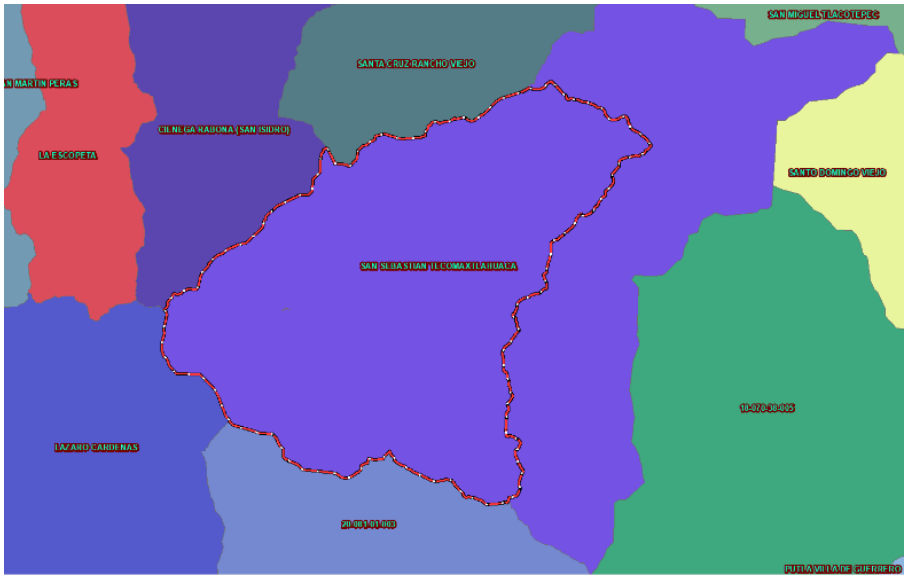


Imagen 2. Delimitación por capa Microcuencas FIRCO

- ***Microcuenca SIATL.*** Siguiendo la misma línea hacia el Este se continuo la delimitación mediante el simulador de microcuencas del SIATL, el cual se delimitan microcuencas a partir de la red hídrica importante de análisis siguiendo la topografía del sitio y delimitando el espacio geográfico definido como área de escurrimiento (Ver imagen 3).

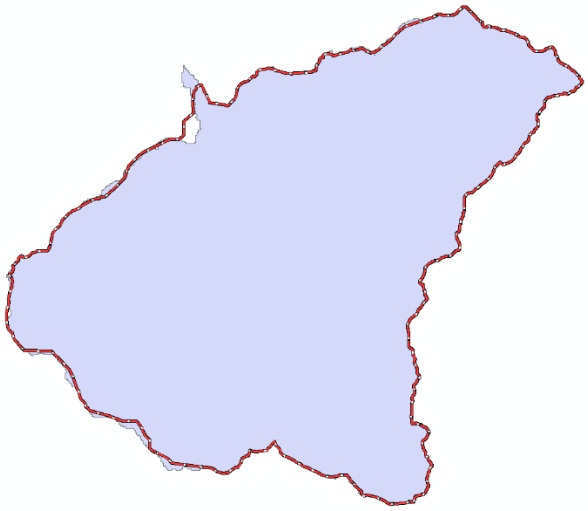


Imagen 3. Delimitación por capa de Hidrología Subterránea

Finalmente, por medio de la metodología expuesta se obtuvo un SA de 7394.626618 hectáreas, el cual se considera adecuado para realizar la cartografía correspondiente al presente proyecto, ya que contiene los elementos bióticos y abióticos esenciales de la región (Imagen 4) .

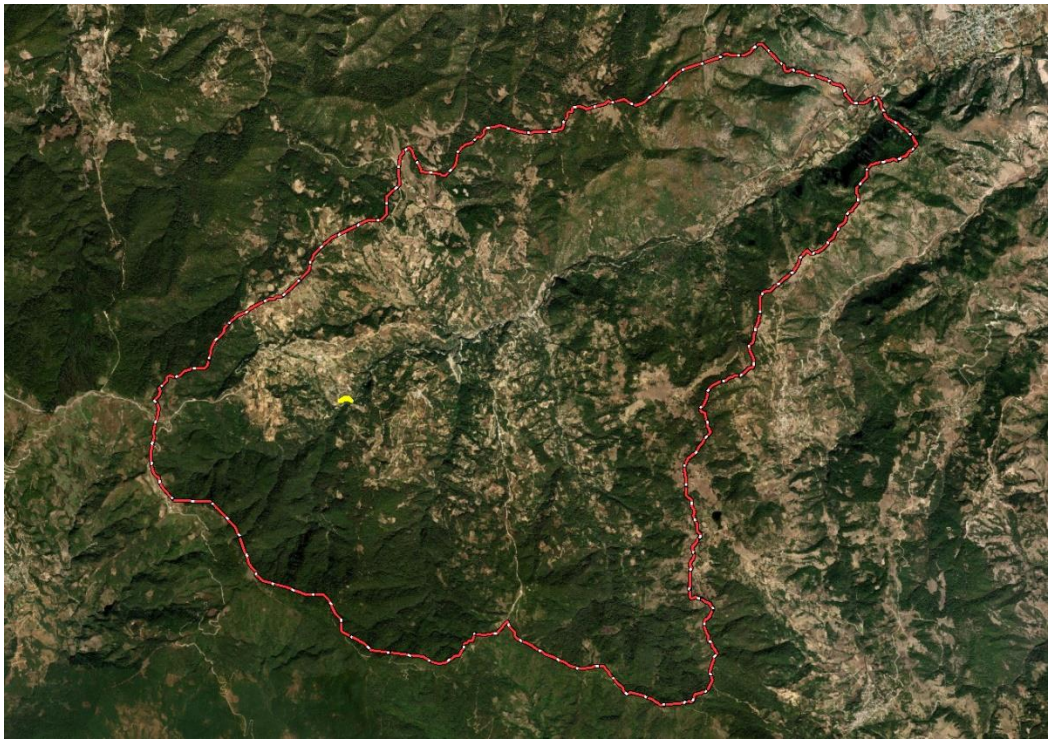


Imagen 4. SA y Obra (proyecto)

IV.1.2 Delimitación del área de influencia (AI)

Para delinear el polígono del área de influencia se utilizó el software Arc Gis 10.8, a través de la sobre posición de capas vectoriales disponibles como: la topografía del sitio, uso de suelo y vegetación, hidrología, pendientes y sitios para la conservación de biodiversidad y/o restauración; siendo éstos los criterios ambientales principales modeladores del área, destacando que se requirió de otro aspecto para determinar los alcances que el proyecto tendrá en cuanto al impacto, el cual fue determinado por el efecto-distancia que causa el ruido en la fauna y el arrastre de sedimentos.

De acuerdo al estudio de Forman y Alexander (1998), al tomar el máximo del efecto-distancia de una carretera rodeado de bosque con individuos de alturas promedio de 15 m, la distancia en el que se detecta una disminución en las densidades de población de la fauna por el ruido es de una distancia de 305 m, ya que la cobertura vegetal es más cerrada e impide que el ruido tenga un mayor efecto para ahuyentarlos; por lo que, para el caso del proyecto se tomó una distancia máxima de 305 metros como el límite del área de influencia donde llegarán los efectos del ruido en las comunidades de especies más sensibles, así mismo, además del arrastre de sedimentos a través del Río Tecomaxtlahuaca los cuales pueden ser arrastrados hasta 1000 o 1500 metros aguas abajo, se determinó el alcance de esta área hacía el Noreste de 1000 metros.

Finalmente, uno de los criterios ecológicos con mayor peso para determinar los alcances del área de influencia, fue la revisión de los sitios prioritarios para la restauración (SPR), ya que con base en los principios de planeación sistemática para la conservación, los SPR representan áreas de alto valor biológico que requieren acciones de restauración para asegurar en el largo plazo la persistencia de la biodiversidad que albergan, así como las funciones ecológicas que los mantienen y los bienes y servicios ecosistémicos que proveen, además de contribuir a incrementar la conectividad ecológica y la recuperación de hábitats de las especies más vulnerables ante diversos factores del cambio global

(Tobón *et al.* 2016, 2017), por lo que, el proyecto cruza polígonos con una prioridad alta, así mismo, se consideró los sitios de atención prioritaria y acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad, donde se tienen áreas catalogadas como Media respectivamente inmersas en el sitio donde se ejecutará el proyecto.

Con base en el análisis de la integración o sumatoria de las áreas de influencia por componente ambiental o grupos de componentes ya mencionados, se consideró como única área de influencia una superficie de 79.2932 ha. la cual se presenta en la imagen siguiente.

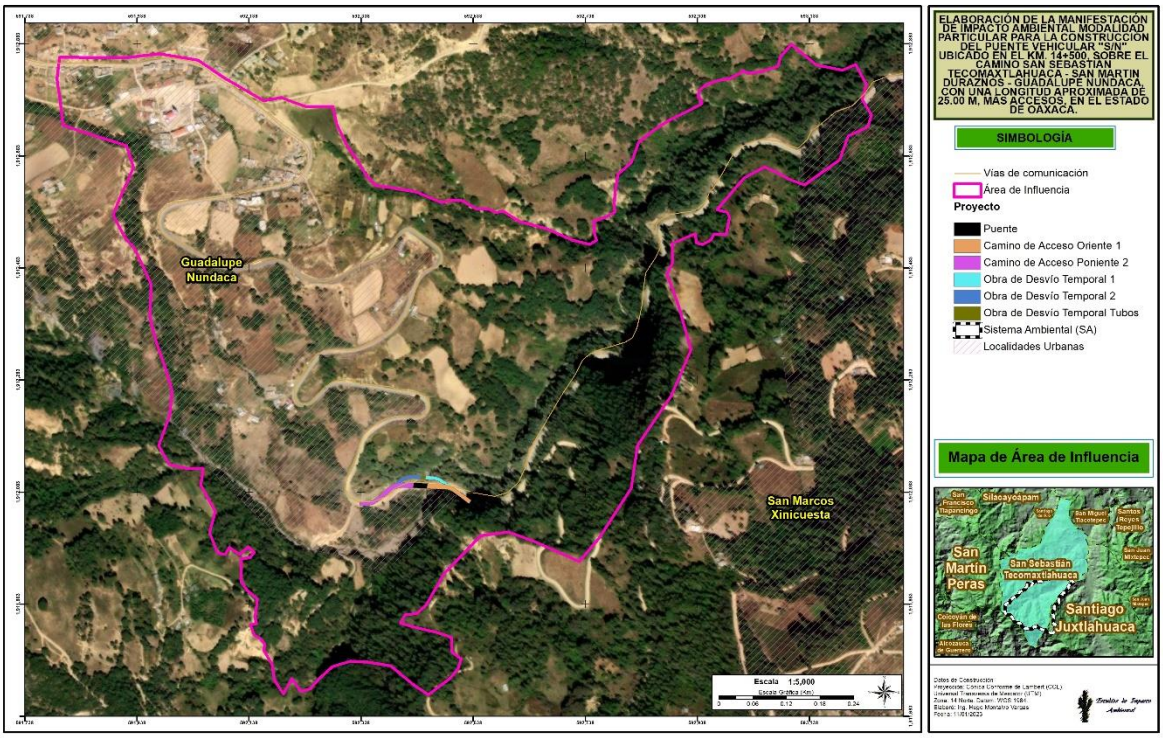


Imagen 5. Área de influencia, la cual se encuentra inmersa en sitios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad

IV.2 Aspectos bióticos

IV.2.1 Fisiografía

IV.2.1.1 Provincia fisiográfica

Sierra Madre del Sur

En el contexto de la República Mexicana, la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur comprende los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Estado de México, Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz.

Desde el punto de vista biogeográfico, en distintas regiones de la esta provincia existe amplia diversidad de comunidades vegetales, al grado de que ha sido reconocida como una de las regiones florísticas más ricas de México y del mundo. El mayor sistema fluvial de la unidad fisiográfica,

corresponde al Río Balsas, con importantes afluentes, como el Río Tepalcatepec y el Río Cutzamala (Juan P., s/a).

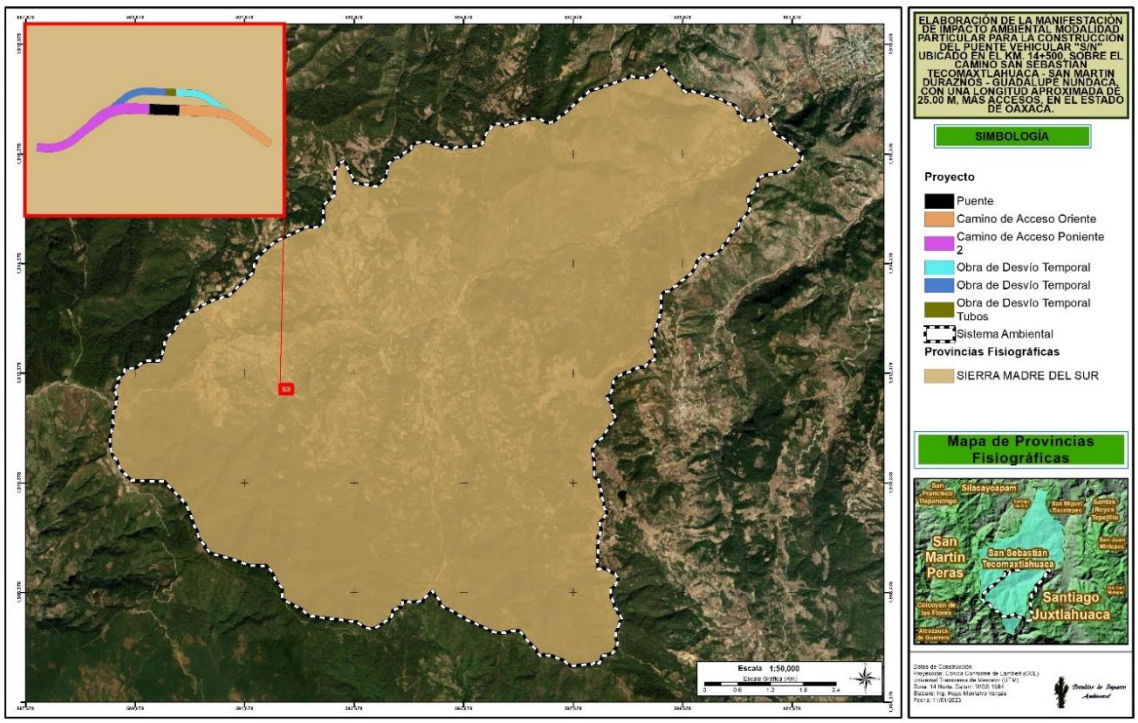


Imagen 6. Provincia fisiográfica en la que se ubica el SA de estudio

IV.2.1.2 Subprovincia fisiográfica

Cordillera Costera del Sur

La Subprovincia Cordillera Costera del Sur, es un conjunto de sierras que se extienden fundamentalmente a lo largo de las costas michoacanas, guerrerenses y oaxaqueñas, desde la desembocadura del río Coahuayana (límite entre Michoacán y Colima) hasta el puerto de Pochutla, Oaxaca. Esta unidad fisiográfica está compuesta por una amplia gama geológica en que se encuentran muchas y diferentes rocas cretácicas y paleógeno-neógenas, como calizas y calizas-lutitas del Cretácico Inferior, que se distribuyen al occidente de la subprovincia (CONAGUA, 2020).

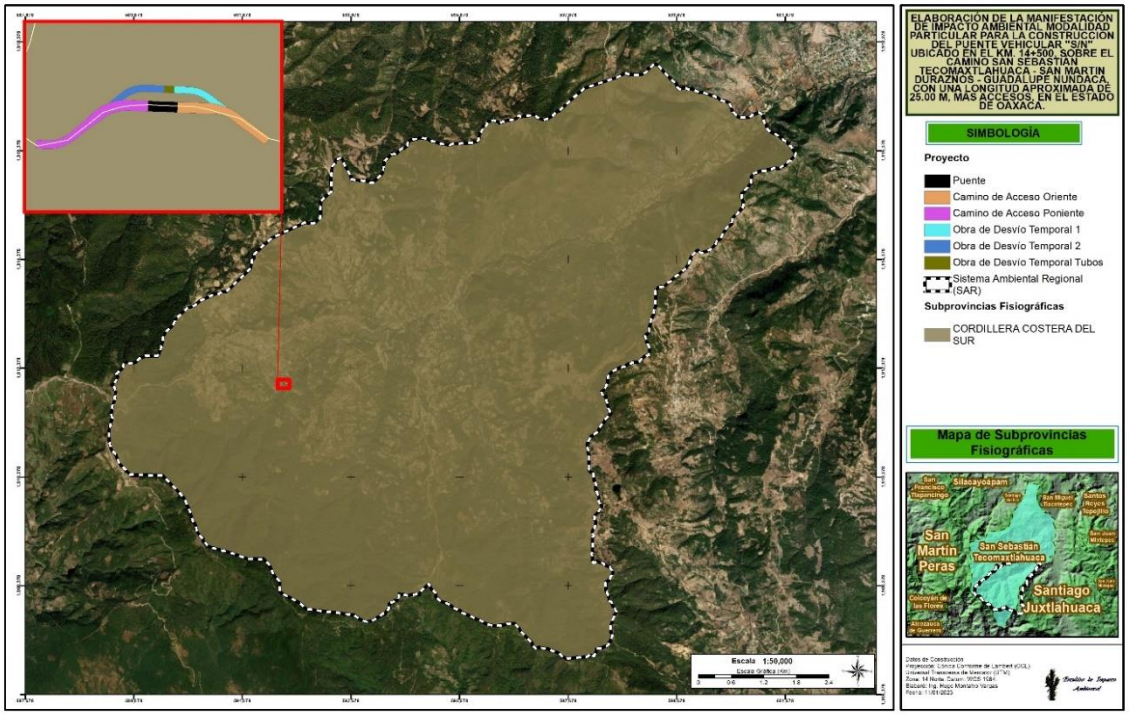


Imagen 7. Subprovincia fisiográfica en la que se ubica el SA de estudio

IV.2.2 Clima

En el área de estudio se han identificado tres diferentes claves climáticas, las primeras están agrupadas en los cálidos y el último en los templados, tal como se ilustra en la imagen correspondiente. Así mismo en la tabla se observa que la clave C(w_2)(w) es la que tiene mayor ocupación, con un 45.10% equivalente a 3,334.95 hectáreas del área total del sistema ambiental, a diferencia del área del proyecto, en donde la unidad que explica sus condiciones climatológicas es (A)C(w_2) (w). En seguida, se describen las principales características de las claves registradas.

(A)C(w_2) (w) — Templado subhúmedo

Este tipo de unidad climática se caracteriza por presentar una temperatura media anual mayor a los 18°C, cuyo régimen de lluvias es en verano y sequía durante invierno, el porcentaje de lluvia invernal es menor del 5% respecto al total anual. Se le considera como el más húmedo de los subhúmedos.

A(C)w_1(w) – Semicálido subhúmedo

A diferencia del anterior, la temperatura media anual va en un rango de 18 a 22°C, el periodo de lluvias también ocurre en verano y es intermedio en cuanto a grado de humedad.

C(w_2) (w) – Templado subhúmedo

Se considera correspondiente a un clima templado en el que la precipitación alcanza sus valores máximos durante el verano, las lluvias de invierno son menor del 5% respecto al total anual, se le considera el más húmedo de los subhúmedos. La temperatura media anual se registra entre 12 y 18°C.

Tabla 1. **Resumen de distribución climática en el SA**

Clave climática	Descripción	Superficie (ha)	Ocupación (%)
A(C)w_1(w)	Semicálido/templado subhúmedo	1,494.41	20.21
C(w_2)(w)	Templado subhúmedo	3,334.95	45.10
(A)C(w_2)(w)	Semicálido subhúmedo	2,565.27	34.69
	Total=	**7,394.63**	**100.00**

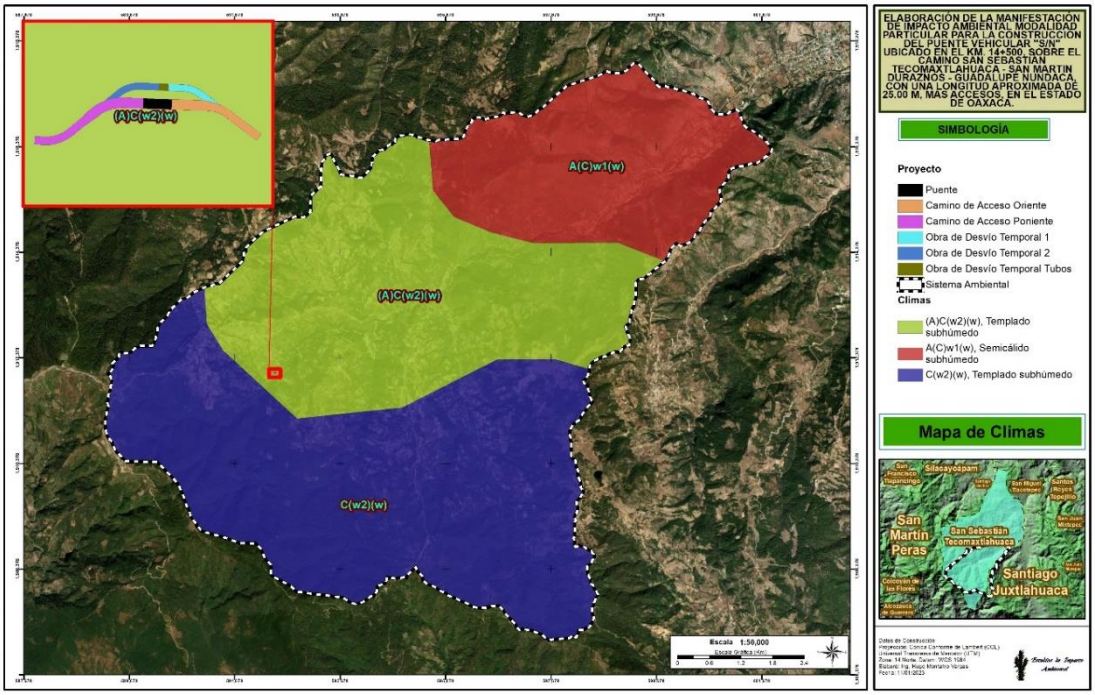
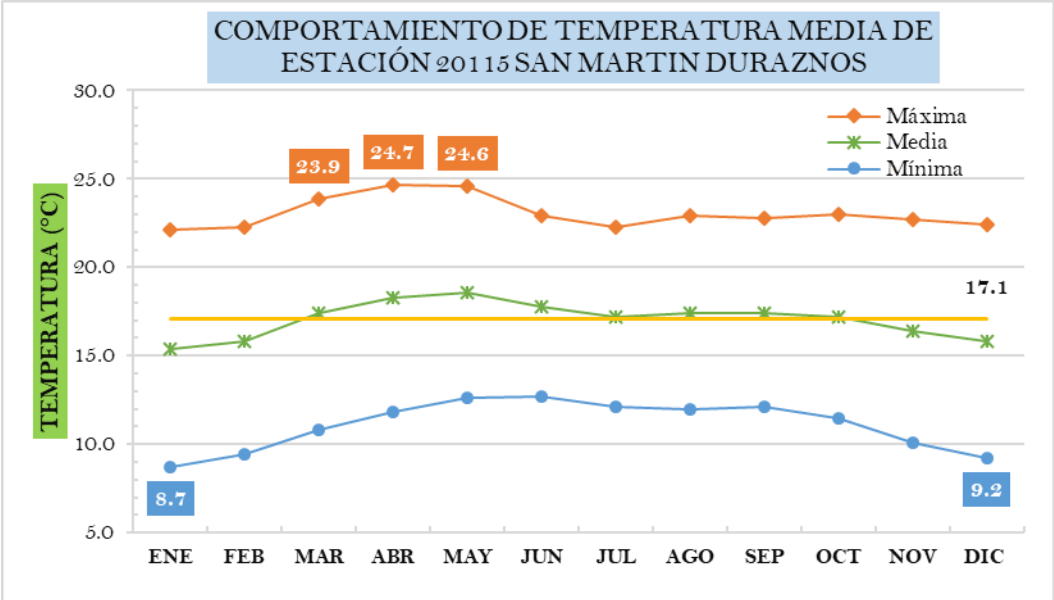


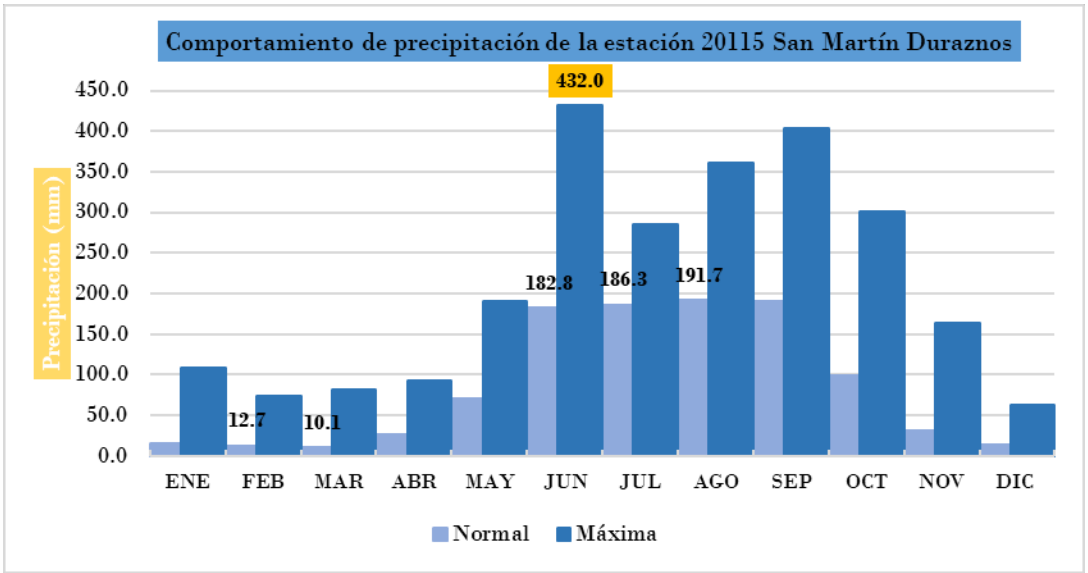
Imagen 8. Tipos de clima registrados en el SA

Para complementar la información obtenida sobre el clima, se tomaron los datos climáticos (Precipitación y temperatura) registrados en un periodo de años que comprende 1951 a 2010, por la estación más cercana a esta área, que se identifica como 20115 San Martín Duraznos ubicado a una altitud de 2,352 msnm. En seguida, se presenta la gráfica del comportamiento de la temperatura media a lo largo del año, los meses más calurosos son marzo, abril y mayo a diferencia de los más fríos que son diciembre y enero en los que se registran temperaturas de 8.7°C. La temperatura media anual es de **17.1°C**.



Gráfica 1. **Comportamiento de la temperatura media de la estación 20115**

De la misma manera, el comportamiento de la precipitación está ilustrado en la gráfica siguiente, tal como se ha documentado la mayor incidencia de eventos de precipitación se dan durante los meses de junio (Pico máximo registrado), julio, agosto y septiembre mientras que la época de sequías es febrero y marzo, meses en los que se tiene una lámina de 10.1 mm. La precipitación acumulada es de 1,032.1 mm.



Gráfica 2. **Comportamiento de la precipitación de la estación 20115**

IV.2.3 Relieve

IV.2.3.1 Sistema de topoformas

Existen dos sistemas de topoformas desarrollados dentro de los límites del área de estudio, siendo que la que tiene mayor porcentaje de ocupación es sierra alta compleja con un 60.95% de la totalidad

de la superficie, el 39.05% restante se le clasifica como lomerío de llanos aislados con cañadas, esto quiere decir, de manera general, que en el terreno se localizan montañas y lomas que destacan en altitud respecto a su entorno geográfico aunque también se encuentran zonas sin elevaciones o depresiones prominentes así como la presencia de cañadas, estas últimas son poco comunes.

Tabla 2. **Distribución de la ocupación de los sistemas de topoformas en el SA**

Descripción del sistema de topoformas	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Sierra Alta Compleja	4,506.8207	60.95
Lomerío de Llanos Aislados con Cañadas	2,887.8059	39.05
Total=	**7,394.6266**	**100.00**

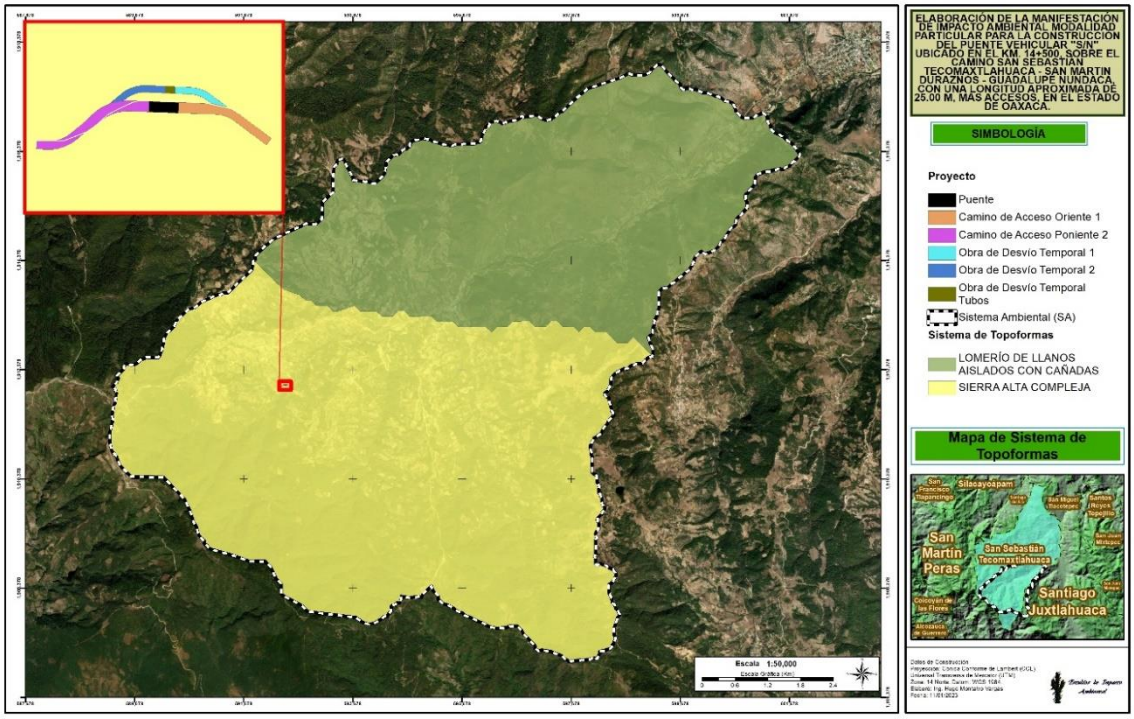


Imagen 9. Sistemas de topoformas registradas en el área

IV.2.3.2 Rango altitudinal

Como información adicional, en la imagen siguiente se encuentra el modelo de elevación digital en el que se muestra el rango altitudinal presente en el área caracterizada, del cual se sabe que la altitud máxima es de 2,800 msnm y la mínima de 1,686, msnm, el aumento de altitud se da hacia el Sur, en el "Cerro Cascara" (señalado en la cartografía), mismo que constituye la elevación más importante de la zona y el parteaguas del sistema ambiental, caso contrario el descenso se da hacia el poblado de San Sebastián Tecomaxtlahuaca.

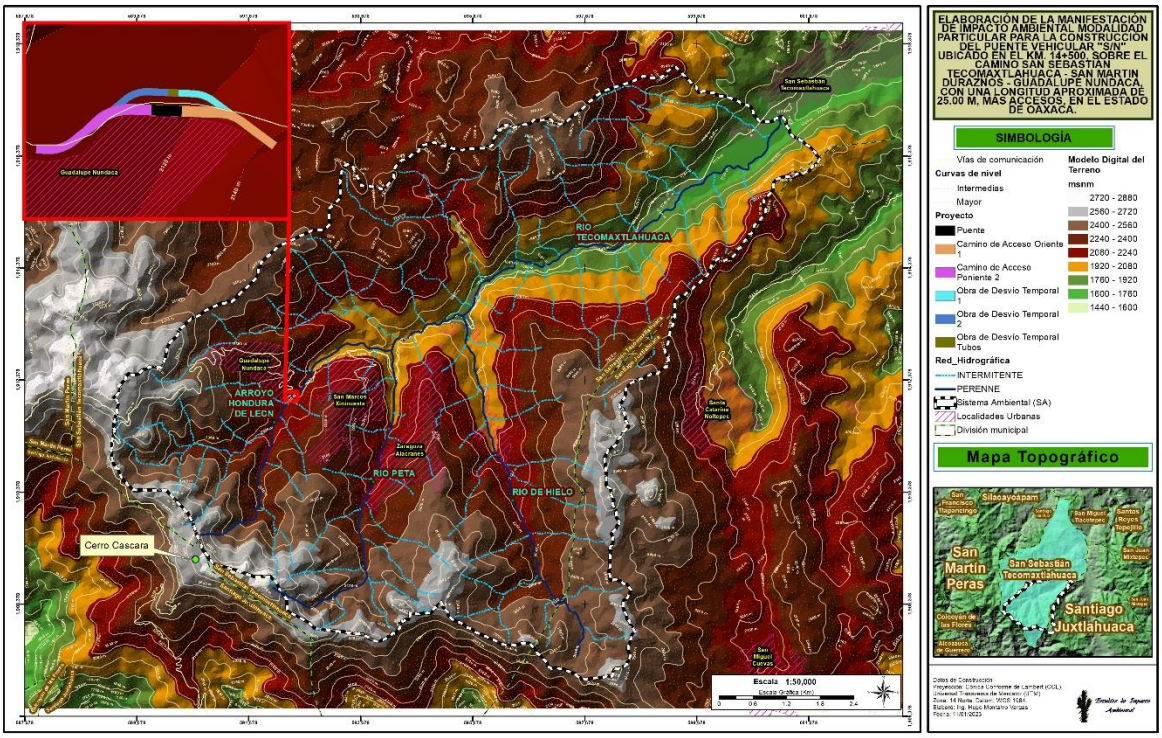


Imagen 10. Modelo de elevación digital del sistema ambiental

En el área del proyecto, de acuerdo con el perfil altitudinal del trazo del proyecto presenta una altitud máxima de 2,151 msnm y una mínima de 2,107 msnm, el descenso de altitud se ubica cercano al centro de población. La diferencia altitudinal que existe entre el punto más alto y el más bajo es de 44 metros lo que indicaría una pendiente promedio de 4.4%, aproximadamente.

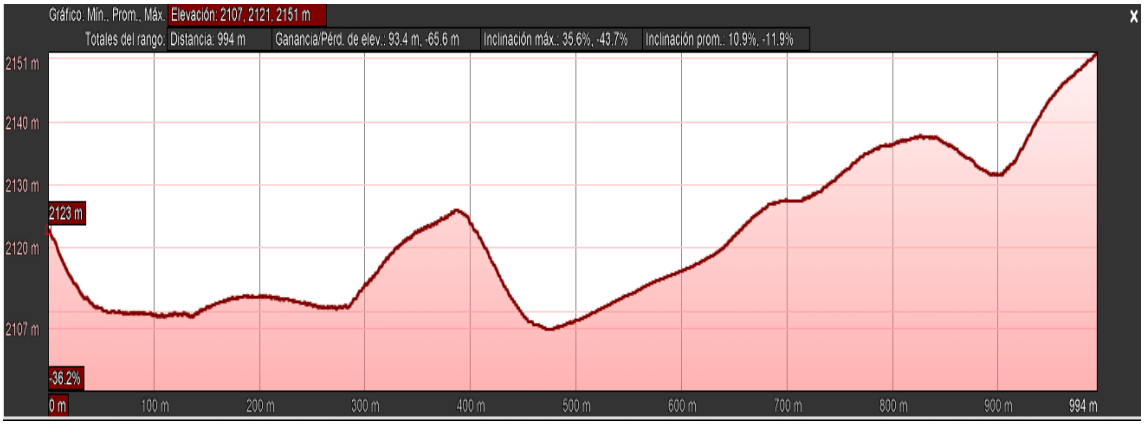


Imagen 11. Perfil altitudinal del área del proyecto

IV.2.3.3 Rangos de pendientes

De acuerdo con lo registrado en la tabla siguiente e ilustrado en la imagen correspondiente, el terreno del área de estudio presenta seis tipos de clasificación de pendientes, que tal como se ilustra y de acuerdo con la naturaleza de la zona, que va de la mano con los sistemas de topoformas que se mencionaron con anterioridad, el 54.39% del terreno se le considera con una pendiente ligera a

medianamente inclinada, seguido por aquellos medianamente inclinados con un 30.15%, en contraste solo son 0.72% se consideran muy suavemente inclinados.

Tabla 3. **Resumen de distribución de pendientes en el SA**

Clasificación de pendiente	Rango de ángulo (°)	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Muy Suavemente Inclinada	1° - 3°	52.8979	0.72
Suavemente Inclinada	3° - 5°	159.0748	2.15
Ligeramente Inclinada	5° - 10°	837.4139	11.32
Ligera a Medianamente Inclinada	10° - 15°	4,022.2385	54.39
Medianamente Inclinada	15° - 20°	2,229.3631	30.15
Fuertemente Inclinada	20° - 30°	93.6381	1.27
	Total=	**7,394.6266**	**100.00**

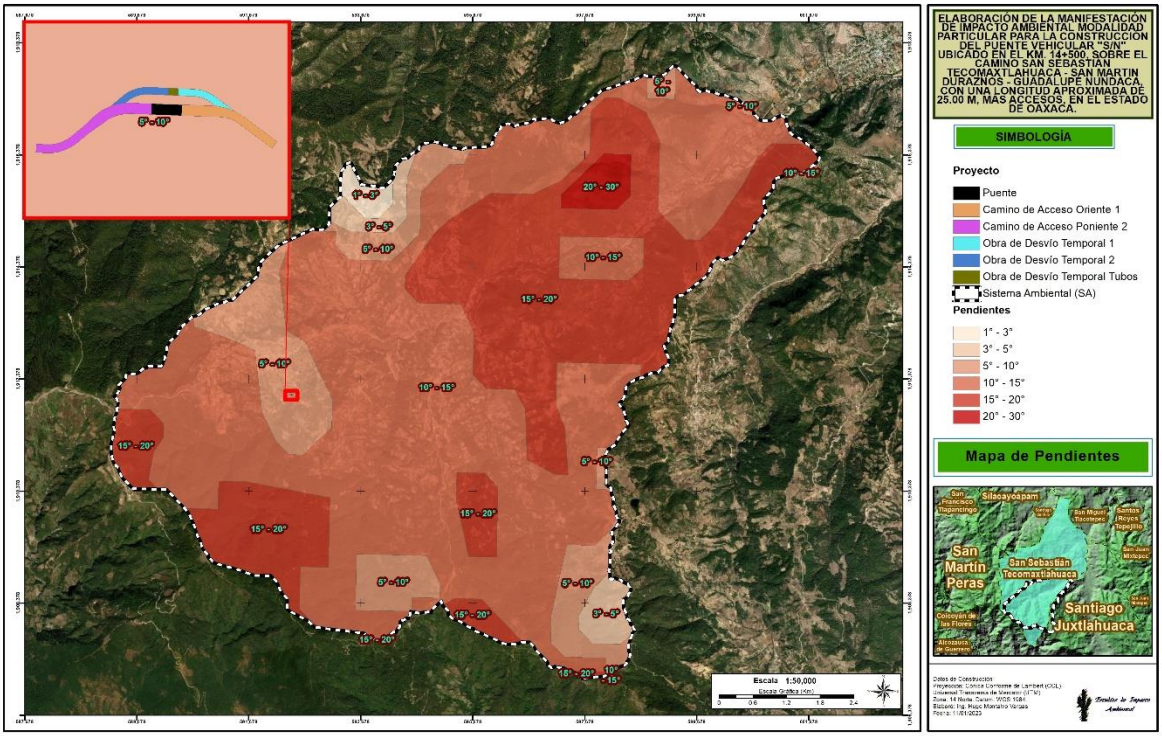


Imagen 12. Rango de pendientes registrados en el área de estudio

IV.2.4 Edafología

Se sabe que los tipos de suelo principales existentes dentro de la superficie caracterizada son Leptosol y Fluvisol, la primera domina sobre la última unidad, los cuales se caracterizan en los siguientes párrafos.

IV.2.4.1 Tipos de suelos

Leptosoles

Anteriormente se clasificaban como litosoles, se caracterizan por ser suelos someros, por lo que presentan gravilla y/o piedra pues están desarrollados sobre roca continua, su espesor es menor a 25 centímetros, de esta manera se les considera muy susceptibles a procesos de erosión. Se documenta como un suelo utilizado para agostadero (INEGI, 2011) y (FAO, 2008).

Fluvisol

Son suelos con abundantes sedimentos fluviales, marinos o lacustres en periodos recientes y que están ubicados tradicionalmente sobre planicies de inundación, abanicos de ríos o marismas costeras. Tienen buena fertilidad natural y son atractivos históricamente para los asentamientos humanos del país, este se encuentra en principalmente en las llanuras intermontanas y valles abiertos o ramificados de Coahuila, Nuevo León, Sonora y la Península de Baja California, así como en el área de influencia de los principales ríos de Sinaloa, Veracruz y Chiapas (INEGI, 2011) y (FAO, 2008). Como se observa en la tabla, es el tipo edafológico que menor ocupación tiene sobre el área de estudio, con solo 1.49%.

Tabla 4. **Resumen de ocupación edafológica en el sistema ambiental**

Unidad edafológica principal	Clave edafológica	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Fluvisol	FLca+RGca+CMcr/2	110.0444	1.49
Leptosol	LPdyli+RGdy+CMdy/2	3,079.5701	41.65
	LPcali+PHcalep+RGcalep/2	295.8150	4.00
	LPcali+LPrz/2	2,356.7954	31.87
	LPcali+PHcalep+LPca/2	212.6452	2.88
	LPdy+CMhulen/2	1,135.4048	15.35
	LPeuli+CMeulen/2	204.3513	2.76
	Total=	**7,394.6266**	**100.00**

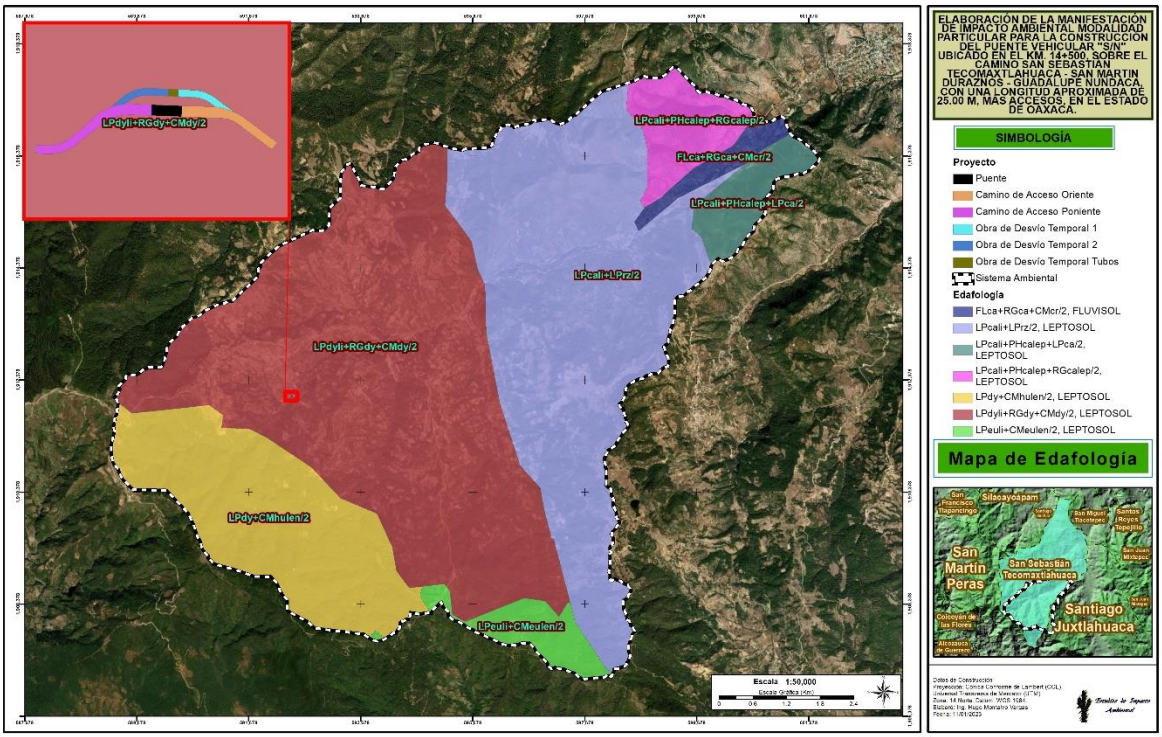


Imagen 13. Unidades edafológicas con incidencia en el sistema ambiental

IV.2.4.2 Degradación de suelos

Los procesos de degradación que tienen incidencia sobre la pérdida de suelo del área de estudio son cuatro, identificados a través de una mezcla de diferentes procesos y causas, en seguida se describen cada uno de ellos.

El primer tipo de pérdida de suelo con incidencia en el área de estudio con un **40.89%** se consideran estables bajo condiciones naturales en combinación con erosión hídrica con pérdida del suelo superficial y declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, lo cual es ocasionado por deforestación, remoción de la vegetación y sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico. De la misma manera, un **33.38%** presenta el mismo proceso de degradación de suelo, sin embargo, los procesos que la originan a diferencia del anterior, son sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico y actividades agrícolas.

Después, el suelo de por lo menos unas 1,892.9018 hectáreas que equivalen a un **25.60**% respecto al total de la superficie, es degradación por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica como secundario se encuentra erosión hídrica con pérdida del suelo superficial en su forma laminar y el tercer tipo identificado es también erosión hídrica con deformación del terreno el origen de estos procesos es atribuibles a actividades de agricultura y sobrepastoreo.

Finalmente, el tipo de degradación con menor incidencia sobre el sistema ambiental, con solo un **0.13%** de la superficie total es erosión hídrica con pérdida del suelo superficial y declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica atribuido a tres factores causativos que son sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico, deforestación, remoción de la vegetación y actividades agrícolas.

Tabla 5. **Resumen de superficies con ocupación en el SA**

Tipo principal de degradación	Causa	Degradación secundaria	Causa	Degradación complementaria	Causa	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Hs	e/f	Qd	e/a	SN	-	9.7621	0.13
Qd	a/g	Hs	g/a	Hc	a	1,892.9018	25.60
SN	-	Hs	e/a	Qd	a	2,468.2543	33.38
SN	-	Hs	f/e	Qd	f/e	3,023.7082	40.89
					Total=	**7,394.6266**	**100.00**

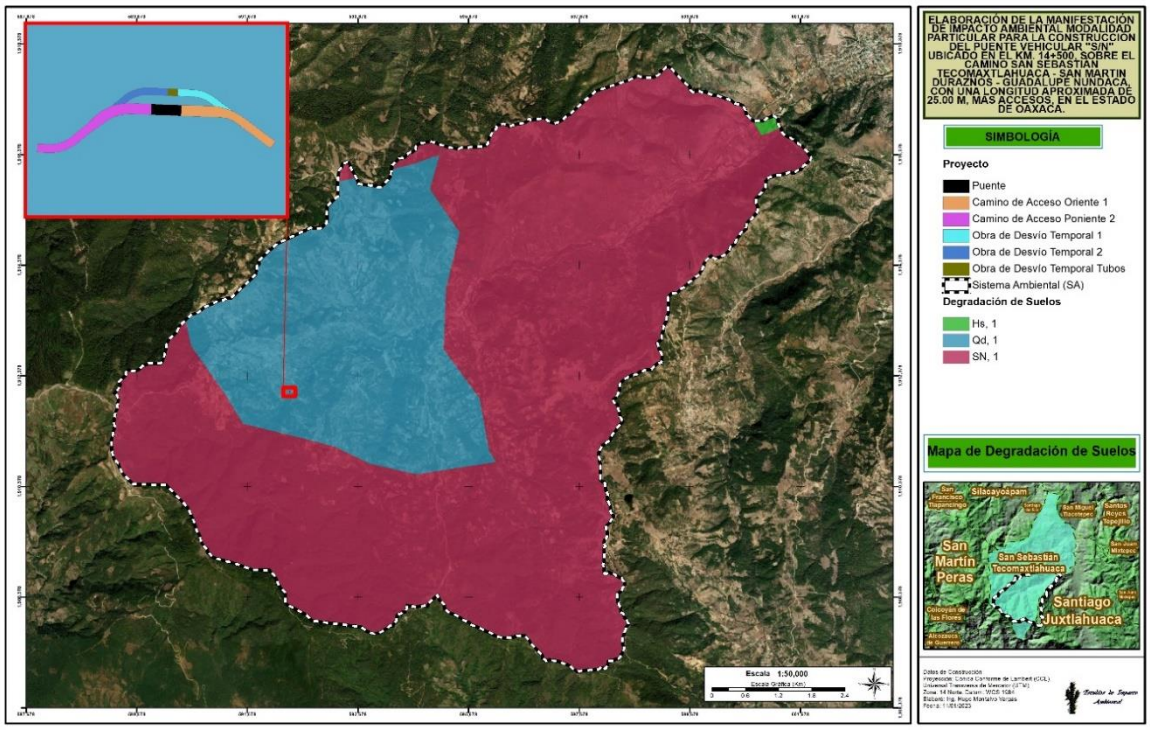


Imagen 14. Tipos de degradación de suelo presentes en el área de estudio

IV.2.5 Geología

Las tres diferentes clases de rocas registradas dentro del área son sedimentarias que cubren un 34.19%, ígnea extrusiva (3.79%) y metamórfica (60.27%), así mismo una pequeña proporción se documenta como suelo aluvial (1.75%), lo cual se observa en la figura y tablas correspondientes, estos mismos se describen enseguida.

IV.2.5.1 Tipos de rocas

Esquisto – P (e)

Este tipo de rocas pertenece a rocas metamórficas, que se define como "*Roca en la que predomina algún mineral laminar como talco, mica, clorita o hematita, también son comunes los minerales en forma fibrosa, esta roca contiene frecuentemente cuarzo y feldespato, así como cantidades menores de: augita,*

horblenda, granate, epidota y magnetita; se caracteriza por tener foliación consistente, en una disposición paralela de la mayor parte de sus minerales" (INEGI, 2005).

Volcanoclástico – Ti (Vc)

"*Roca constituida de fragmentos derivados por cualquier mecanismo y origen depositada en ambientes continental y marino. Su clasificación se basa en la combinación textural-estructural de rocas piroclásticas y de rocas sedimentarias. El tamaño de sus componentes varía de arcillas-cenizas a bloques-bombas*" (INEGI, 2005).

Lutita-Arenisca – Ji (lu-ar).

De acuerdo con lo documentado por CONAGUA (2020), este tipo de rocas se define como una "*Secuencia de lutitas calcáreas, areniscas y delgadas capas de caliza arcillosa, hacia su parte inferior presenta yeso que se explota comercialmente. Esta litología sugiere un depósito en aguas marinas someras inicialmente de salmueras. Los yesos se encuentran recristalizados por efecto de un cuerpo intrusivo que también es causante de mineralización hidrotermal, con sulfuros de cobre y hierro en esta unidad*".

Caliza-yeso – Ki (cz-y).

"Unidad constituida principalmente por calizas biógenas, por yeso y algunos horizontes de lutita depositada en un ambiente que varía de nerítico externo a epinerítico y lacustre. Las calizas varían en su coloración de gris claro a gris oscuro, y están dispuestas en estratos que varían de delgados a medianos, con horizontes delgados fosilíferos. Generalmente se observan estratos gruesos de yeso sacaroide color gris claro, y de color amarillo claro al intemperismo, presenta cavidades por disolución y alterna con estratos medianos de areniscas de grano fino" (CONAGUA, 2020).

Tabla 6. **Distribución de superficies por tipo de roca en el SA**

Clave geológica	Tipo de roca	Clase	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Ji (lu-ar)	Lutita-Arenisca	Sedimentaria	207.6502	2.81
Ki (cz-y)	Caliza-Yeso		2320.537	31.38
P (E)	Esquisto	Metamórfica	4456.8386	60.27
Ti (Vc)	Volcano - clástico	Ígnea extrusiva	280.2225	3.79
Q (al)	Suelo aluvial		129.3783	1.75
		Total=	**7,394.6266**	**100.00**

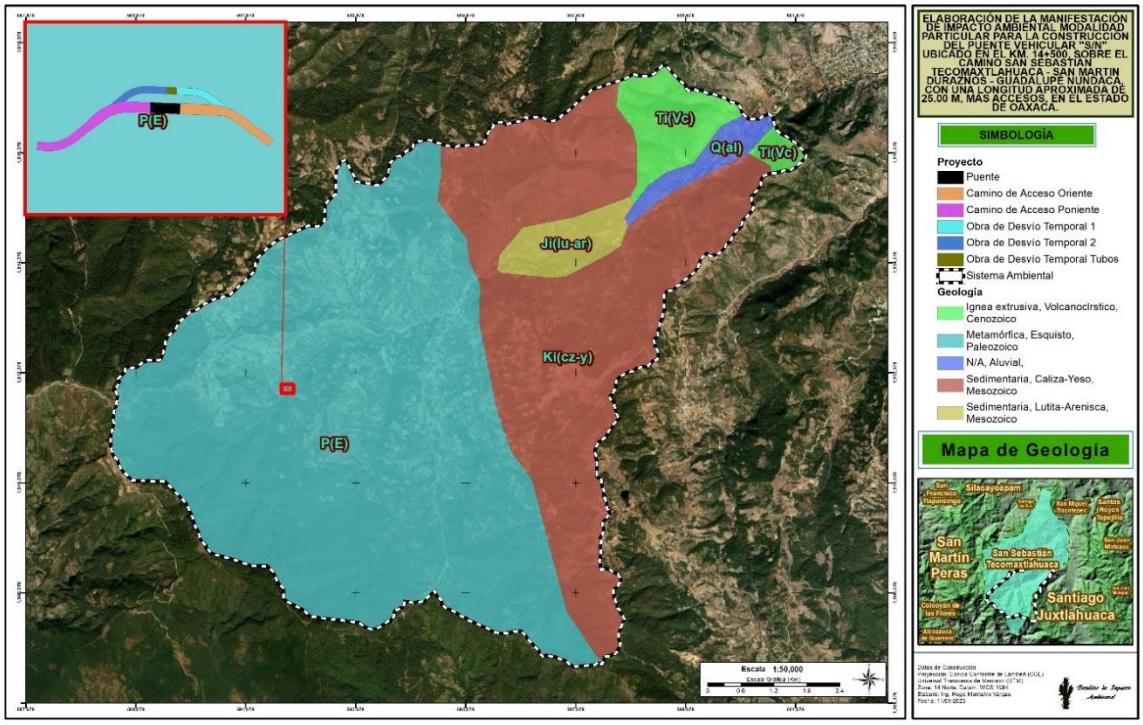


Imagen 15. Tipos de rocas desarrolladas en el SA de estudio

IV.2.6 Geohidrología

Se sabe que la geohidrología analiza el comportamiento del agua a través del medio geológico por lo que tiene relación directa con la permeabilidad, que es la capacidad del suelo de transmitir el agua, de esta manera, se puede decir que un 79.55% del SA al estar compuesto por areniscas y conglomerados predominantemente por lo que se le atribuye una permeabilidad media a alta generalizada, mientras que el porcentaje restante se identifica con permeabilidad baja localizada, lo que quiere decir que son pocas las áreas que presentan esta características debido a que se compone de esquistos, cuarcitas y gneiss, a diferencia de la primera en la que se reconoce que en promedio toda el área tiene la capacidad de infiltrar mayor cantidad de agua hacia capas inferiores, los medios que tienen baja permeabilidad son susceptibles a inundaciones pues la perdida de agua por infiltración es baja.

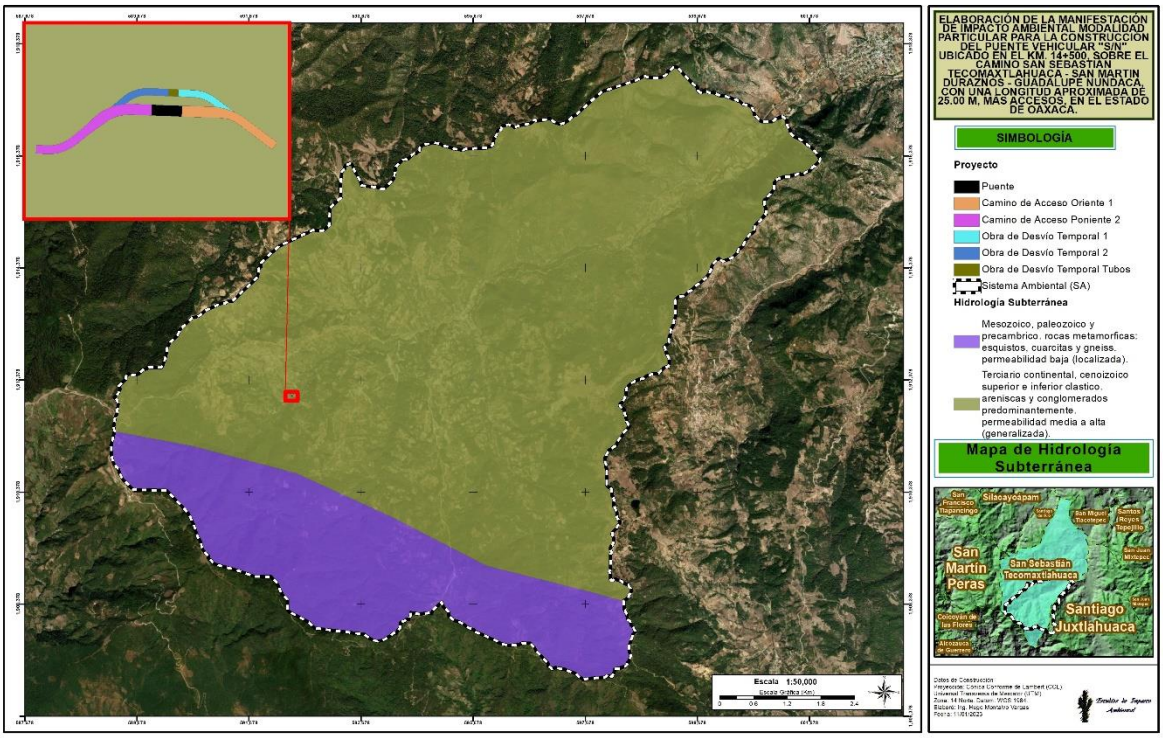


Imagen 16. Geohidrología registrada en el Sistema Ambiental

IV.2.7 Regionalización sísmica

La República Mexicana está dividida por 5 Placas Tectónicas: placa del Caribe, placa de Cocos, placa norteamericana, placa del Pacífico y la placa de Rivera, que interactúan entre sí generando sismos en todo el territorio nacional. El mapa de intensidades para la República Mexicana se encuentra dividido en cuatro zonas sísmicas, esta regionalización se realizó con fines de diseño antisísmico (para construcción) dando origen las zonas de regionalización sísmica denominadas: A, B, C y D (SGM, 2017). En el Estado de Oaxaca, con sus 570 municipios, tienen dos de las cuatro zonas sísmicas de la República Mexicana, las Zonas C y D, en las que los sismos generalmente son de mediana frecuencia y magnitud, para el área específica en la que se ubica el sistema ambiental, está comprendida **en la zona D** lo que indica que es una zona de eventos con muy alta intensidad, aquí es donde se han reportado grandes sismos históricos.

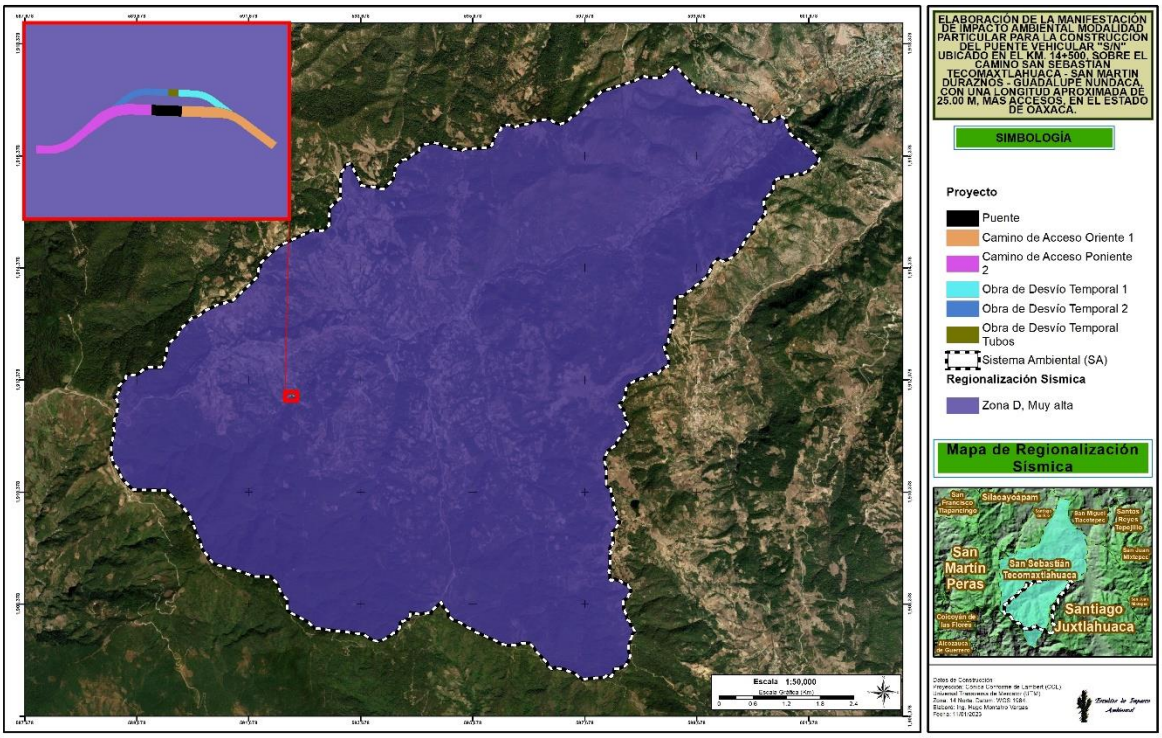


Imagen 17. Región sísmica en la que se localiza el SA

IV.2.8 Hidrología

IV.2.8.1 Ubicación hidrológica (Región, cuenca, subcuenca y microcuencas)

De acuerdo con los datos obtenidos para el área de estudio se sabe se ubica dentro de la subcuenca hidrológica identificada como RH18Af Río Mixteco, esta unidad pertenece a la cuenca Río Atoyac que a su vez se está dentro de los límites de la región hidrológica 18 Balsas, lo cual se encuentra ilustrado en las imágenes correspondientes.

La Región Hidrológica 18 Balsas, tiene una superficie hidrológica de 117,405 km^2, misma que está integrada por una totalidad de 15 cuencas hidrológicas, las cuales pertenecen a tres subregiones hidrológicas: Alto, Medio y Bajo Balsas.

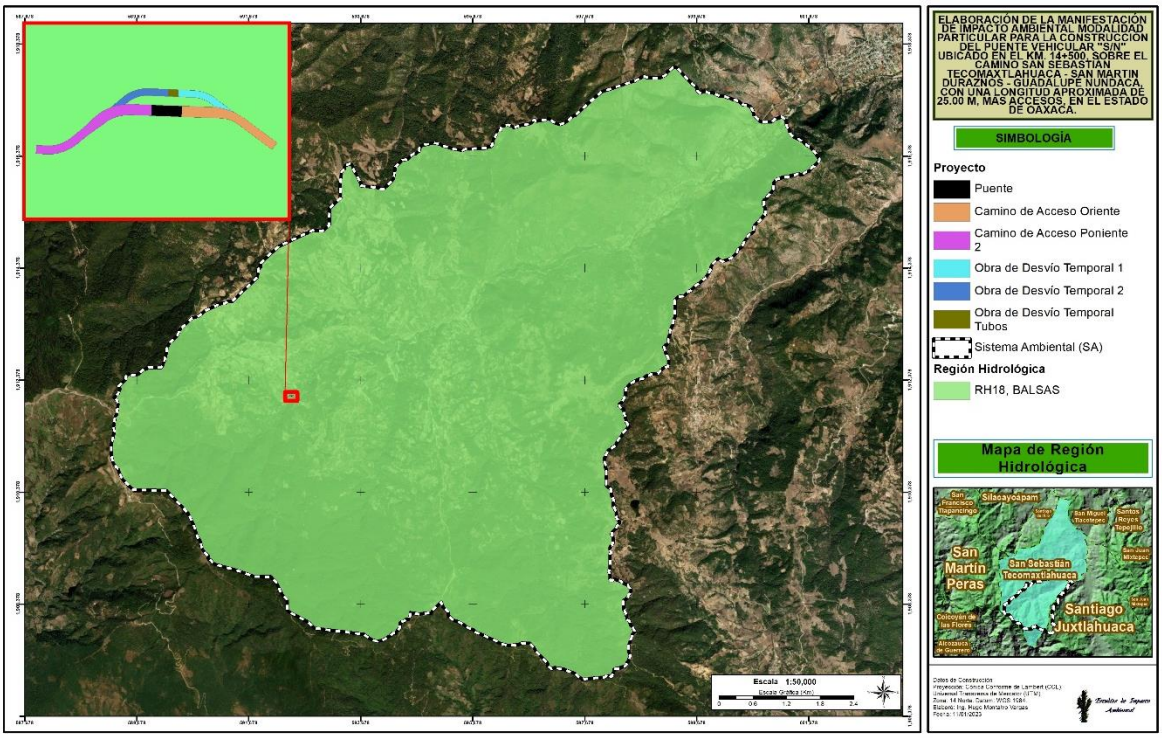


Imagen 18. Región hidrológica en la que se localiza el SA

Respecto a la cuenca hidrológica, esta tiene un área aproximada, reportada por INEGI, de 49,726.001657 km^2, lo que indicaría que el sistema ambiental apenas es un 14.87% de la superficie total.

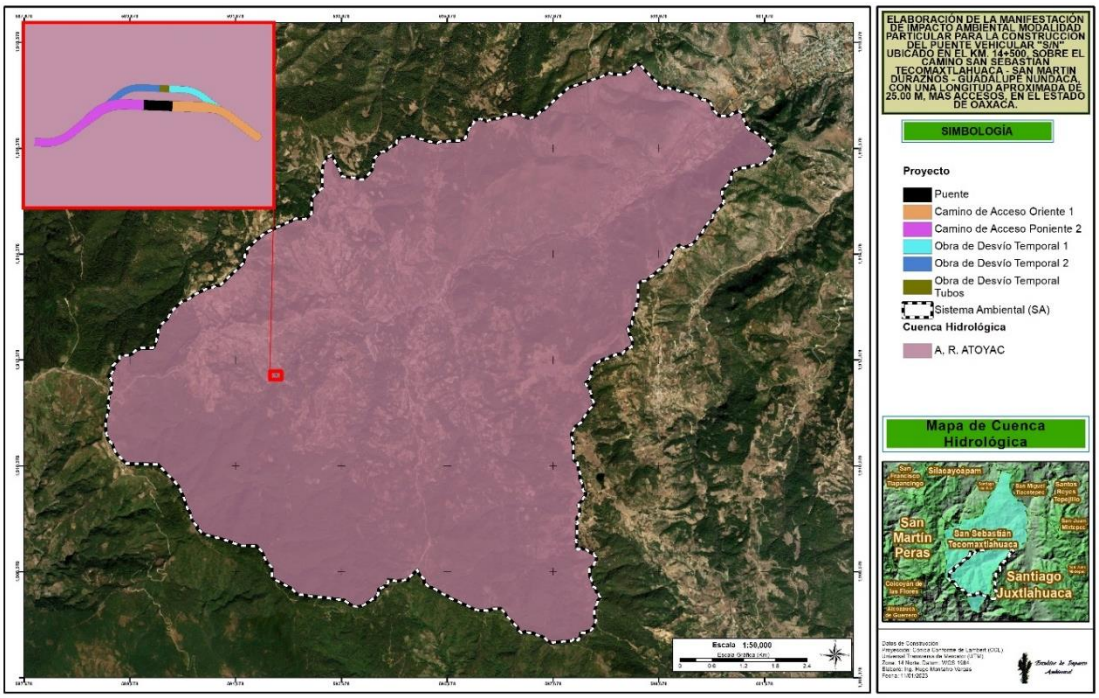


Imagen 19. Cuenca hidrológica a la que pertenece el SA

La subcuenca RH18Af Río Mixteco abarca un área de 7,727.93 km² y un perímetro aproximado de 657.98 kilómetros, tiene como colindancias a la subcuenca RH20Cb Río San Miguel, RH20Ad Río Sordo y RH18Ag Río Acatlán.

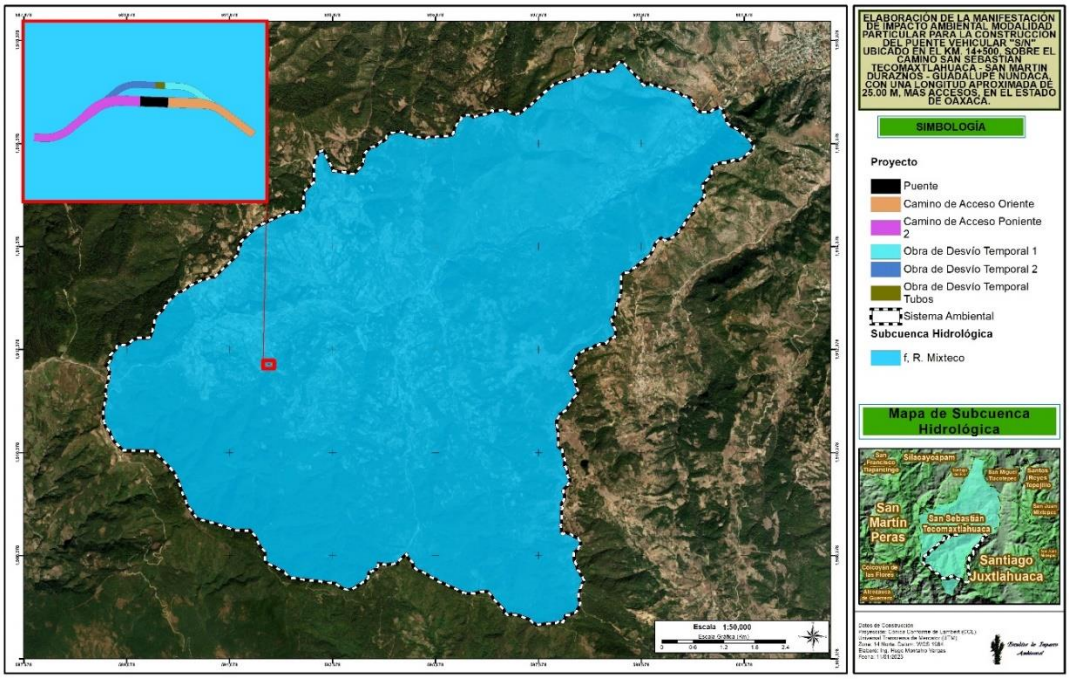


Imagen 20. Subcuenca a la que pertenece el SA

Respecto a las unidades mínimas hidrológicas (Microcuenca), con base a lo delimitado por FIRCO, se localiza en la conocida como San Sebastián Tecomaxtlahuaca.

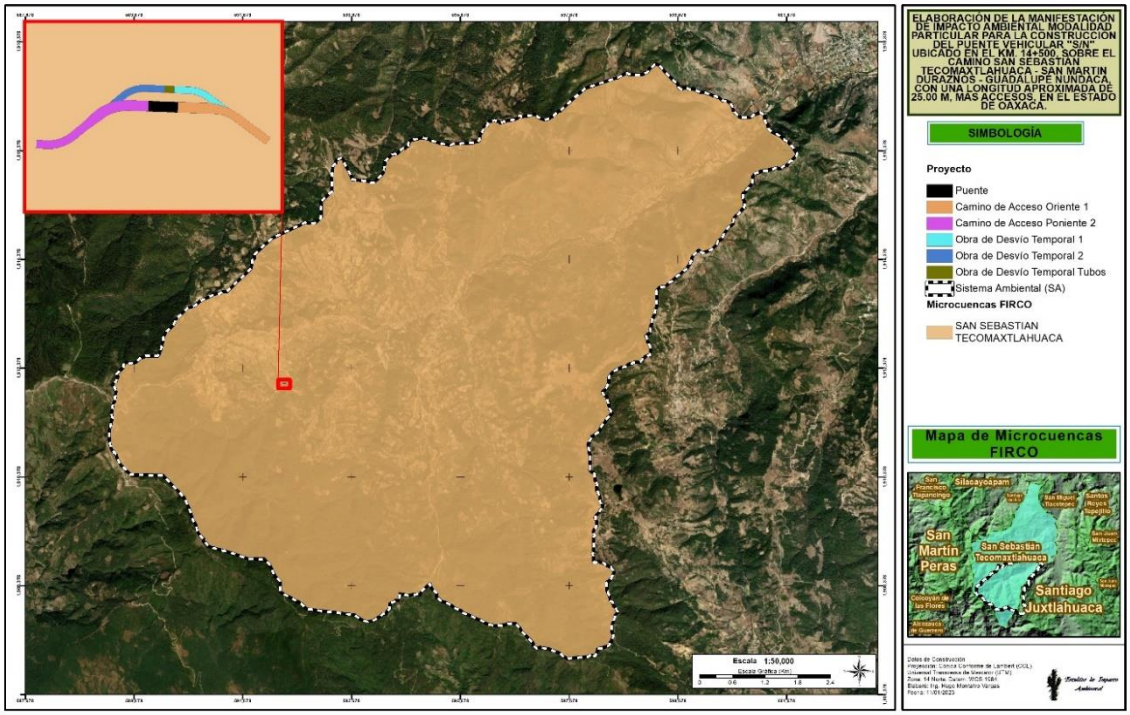


Imagen 21. Microcuenca FIRCO en la que se ubica el área de estudio

IV.2.8.2 Red hídrica superficial

En el terreno caracterizado se localizan escurrimientos perennes e intermitentes de importancia, tal como se puede observar, se identifican tres corrientes perennes: Arroyo Hondura de León, Río Peña, Río Hielo y Río Tecomaxtlahuaca, el resto de la red hídrica está compuesta por cauces intermitentes; por la topografía observada en el sistema ambiental, se sabe que el Arroyo Hondura de León, Río Peña y Río Hielo son las primeras corrientes perenes formadas por los escurrimientos formados por el cerro que constituye el parteaguas de la unidad de estudio, mismo que se conoce como Cerro de Cascara, a su vez estas corrientes se unen, aguas abajo al Río Tecomaxtlahuaca y que al pasar el municipio de Santiago Juxtlahuaca se convierte en el Río Juxtlahuaca quien también recibe aguas del Río Grande, corriente adyacente nacida entre los cerros San Marcos y la Cumbre.

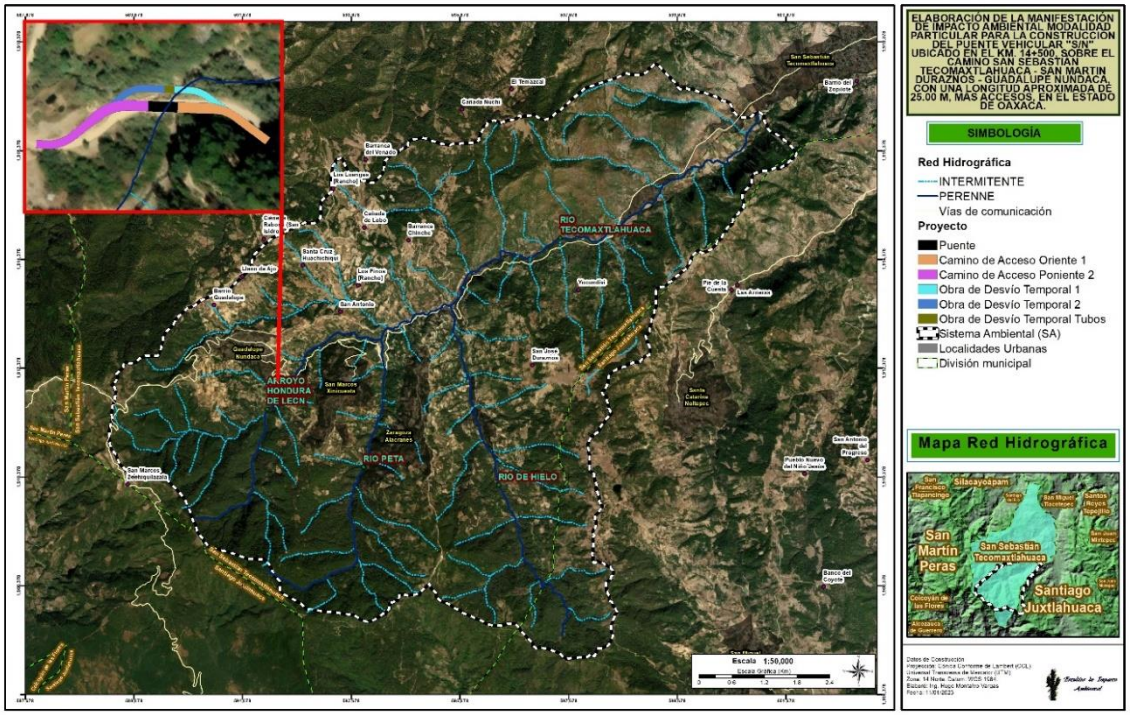


Imagen 22. Red hídrica desarrollada en el sistema ambiental

IV.2.8.3 Acuífero

Parte de los acuíferos Juxtlahuaca y Cuajinicuilapa se ubican dentro de los límites del área caracterizada, la unidad hídrica que ocupa mayor superficie dentro del sistema ambiental es Juxtlahuaca con un 97.4% y solo 2.56% por el último.

Tabla 7. **Distribución de las superficies por acuífero dentro del sistema ambiental**

Nombre	Superficie (ha)	Ocupación (%)
Juxtlahuaca	7205.3820	97.44
Cuajinicuilapa	189.2446	2.56
Total=	7394.6266	100.00

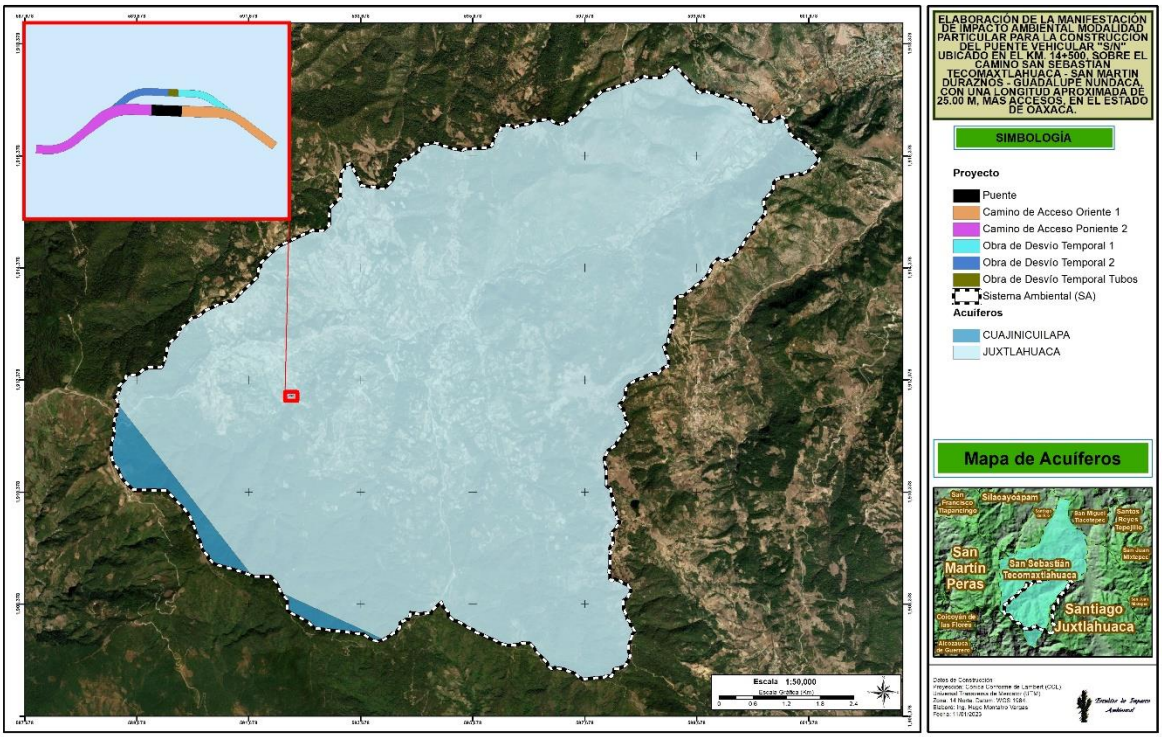


Imagen 23. Acuíferos con ocupación dentro del sistema ambiental

2017 Juxtlahuaca

El acuífero Juxtlahuaca, definido con la clave 2017 tiene una superficie de 1,946 km². Geopolíticamente se encuentra ubicado completamente o en gran parte de los municipios San Juan Ñumi, Santiago Nundiche, Heroica Ciudad de Tlaxiaco, Santa Cruz Nundaco, Santos Reyes Tepejillo, San Miguel Tlacotepec y San Sebastián Tecomaxtlahuac; en parte de los municipios Tezoatlán de Segura y Luna, Ixpantepec Nieves, San Martín Huamelulpam, Santa María del Rosario, San Cristóbal Amoltepec, Santo Tomás Ocotepec, San Martín Itunyoso y Santiago Juxtlahuaca y en pequeñas porciones de 9 municipios (CONAGUA, 2020).

El acuífero Juxtlahuaca pertenece al Organismo de Cuenca IV "Balsas" y no se encuentra sujeto a las disposiciones de ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea además de que no existe Distrito o Unidad de Riego alguna. De acuerdo con el estudio publicado en 2020, se sabe que existe un volumen disponible 1,971,161 m³ anuales para otorgar nuevas concesiones de este acuífero (CONAGUA, 2020).

1235 Cuajinicuilapa

El segundo acuífero que se registra dentro de los límites del área de estudio, se conoce como Acuífero Cuajinicuilapa con 1235 como código de identificación, ocupa un área de un área de 1,800 km². Es aquí donde se localiza el Distrito de Riego del Río Ometepec. Se estima que el volumen total de extracción por uso agrícola y doméstico, así mismo, esta unidad se clasifica como zona de disponibilidad 4. Las profundidades del nivel estático, referidas al nivel del terreno natural varían en el valle desde 1 m hasta 5 m. Este acuífero tiene un volumen disponible de 112,060,560 m³ anuales para nuevas concesiones (CONAGUA, 2020).

IV.3 Aspectos bióticos

IV.3.1 Vegetación

México es un país privilegiado por su biodiversidad, ya que es el cuarto país megadiverso después de Brasil, Colombia e Indonesia. Aunque el territorio nacional es tan sólo el 1.4% de la superficie de la Tierra, alberga entre el 10% y el 12% de todas las especies del planeta.

En México se han registrado cerca de 25 mil especies de plantas vasculares, se estima que la lista llegará a 30 mil y casi la mitad de las especies son endémicas del país (Rzedowski, 1991a, 1991b; Toledo 1993; Villaseñor 2003, 2004; Llorente Bousquets y Ocegueda, 2008). Además, nuestro territorio ha sido un centro de diversificación de muchos grupos de plantas y es donde se encuentra el mayor número de especies de algunos grupos de vegetales como la de pinos y encinos (Nixon, 1993; Styles, 1993; Challenger, 2003; Koleff et al., 2004; Challenger y Soberón, 2008) magueyes (Gentry, 1998) y cactáceas (Arias, 1993).

La asombrosa biodiversidad de México se debe tanto a su posición biogeográfica gran parte de su territorio se encuentra dentro de la zona tropical, como a que en su territorio se traslapan las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical. Además, otros factores que incrementan su biodiversidad son su intrincado relieve, la variedad climática y su compleja historia geológica (Ramamoorthy *et al*., 1998; Sarukhán et al., 2009) (Jiménez., *et al* 2014).

El estado de Oaxaca, presenta una superficie con más de 9 millones de ha, con una amplia variedad de condiciones físicas como la forma del terreno, el clima, los tipos de roca y de suelos, cuya interrelación permite la presencia de una amplia variedad de ecosistemas y tipos de vegetación, desde matorrales espinosos en las zonas áridas, bosques tropicales siempre verdes en las zonas más húmedas, el ecosistema marino: arrecifes de coral y manglares en la costa del Pacífico, hasta bosques de niebla, encinares, pinares y bosques de oyamel en las montañas más altas (De Ávila Blomberg 2010 citado por CONABIO *et al.* 2018).

Oaxaca es considerado como el estado con mayor biodiversidad del país pues cuenta con ecosistemas que albergan más de 12 500 especies de flora y fauna (CONABIO *et al.* 2018).

Del territorio estatal, 65.56% está cubierto por una superficie forestal (6 158 241.73 ha), mientras que el restante 34.44% (3 235 288.8 ha) son zonas no forestales que incluyen áreas agrícolas, asentamientos humanos, zonas urbanas, cuerpos de agua y áreas desprovistas de vegetación (SEMARNAT, 2014). En el estado se encuentran presentes las once formaciones forestales consideradas a nivel nacional, siendo ampliamente distribuidas en la entidad las selvas altas y medianas (1 532 335 ha), coníferas y latifoliadas (1 524 088.14 ha) y selvas bajas (1 156 918.16 ha) (CONABIO *et al.* 2018).

IV.3.1.1 Vegetación en el Sistema Ambiental (SA/AI)

Según la capa de uso de suelo y vegetación de INEGI serie VII (2018) el SA se caracteriza por la presencia de 9 tipos de vegetación y 3 usos de suelo, de los cuales cinco tipos de vegetación se encuentran en fase primaria y cuatro en fase secundaria, de los cuales el uso de suelo de pastizal inducido (PI) ocupa el 36.25% de la superficie total del SA, después de la Vegetación secundaria

arbustiva de bosque de pino-encino (VSa/BPQ) con 14.21%, seguida de la vegetación de bosque de encino (BQ) con 13.26 %, mientras los demás tipos de vegetación y usos de suelo ocupan menos del 10%.

Tabla 8. **Usos de suelo y vegetación presentes en el SA /AI**

B	Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie	
			Ha	%
1	RA	Agricultura de riego anual	166.6326	2.25
2	TA	Agricultura de temporal anual	611.3483	8.26
3	BQ	Bosque de encino	980.5429	13.26
4	BQP	Bosque de encino-pino	66.6522	0.90
5	BP	Bosque de pino	142.1596	1.92
6	BPQ	Bosque de pino-encino	517.5413	6.99
7	BM	Bosque mesófilo de montaña	541.5828	7.32
8	PI	Pastizal inducido	2680.6769	36.25
9	VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	416.2394	5.62
10	VSa/BP	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	191.3732	2.58
11	VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	1051.2366	14.21
12	VSa/BM	Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	28.6403	0.38
TOTAL			7394.6266	100

En la siguiente figura se presentan los tipos y usos de suelo y vegetación presentes en el SA/AI.

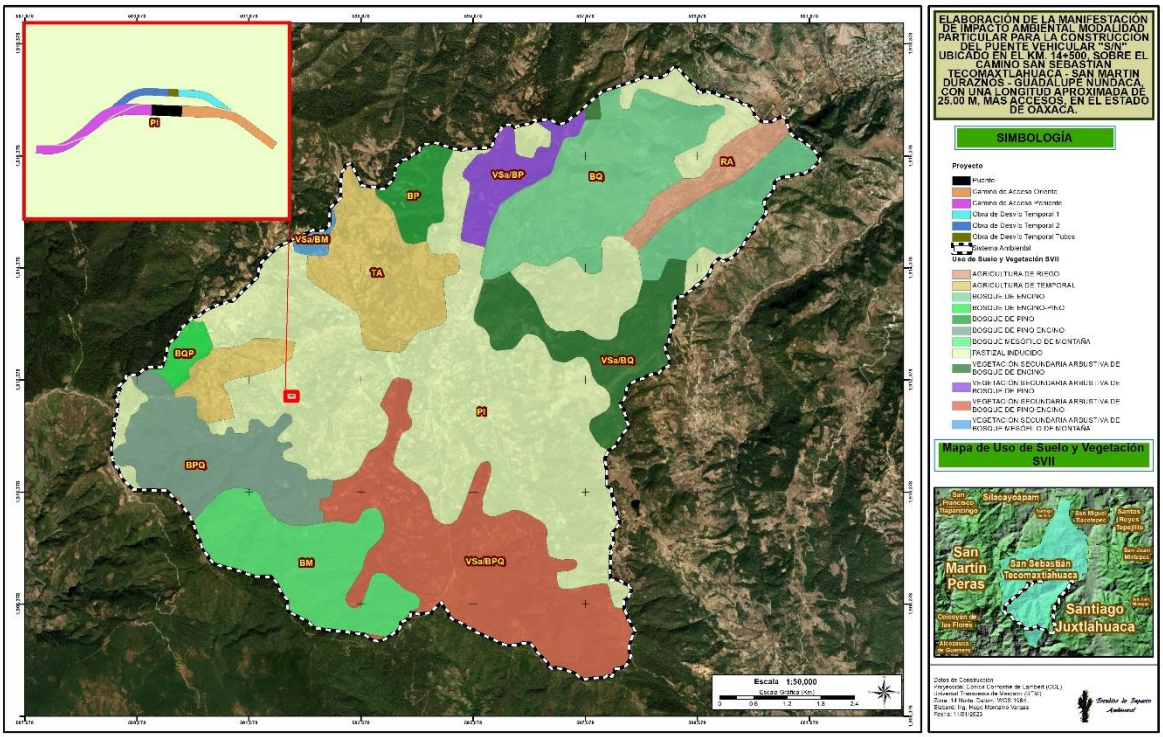


Imagen 24. Tipos de vegetación y usos de suelo en el SA/AI

A continuación, se hace una descripción de los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el área del SA/AI de estudio;

IV.3.1.1.1 Bosque de encino (BQ)

Comunidades vegetales distribuidas en los macizos montañosos de México, en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, Sierra Norte de Oaxaca en los estados de Baja California, Baja California Sur, Nuevo León, Veracruz, Oaxaca, Michoacán México, Jalisco, Guerrero, entre otros, a excepción de la península de Yucatán.

En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que va de los 10 a 26° c. y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud.

Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus* (más de 200 especies en México); estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, el tamaño varía desde los 4 hasta los 30 m de altura desde abiertos a muy densos. En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magno-liifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides, Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Son arboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

IV.3.1.1.2 Bosque de encino-Pino (BQP)

Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país, concentrándose la mayor parte en: Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur y en menor proporción Sierra Madre Oriental, Cordillera Centroamericana, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro y Península de Baja California. Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28° C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500 mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800 m.

Estas comunidades están conformadas por encinos (*Quercus spp.)*, y en proporción algo menor de pinos (*Pinus spp*.). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino con una altura de 8 a 35 m. Son arboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año. Las especies más representativas en estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*) entre otros.

IV.3.1.1.3 Bosque Pino (BP)

Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país, desde baja California hasta Chiapas y una pequeña población en Quintana Roo. Las áreas de mayor importancia se localizan en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. Los climas donde se desarrolla son templado y semicálido subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura media anual que varía de los 6 a 28° C. y una precipitación anual que oscila entre 350 a 1 200 mm. Se localiza desde los 150 m de altitud hasta los 4 200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Con una pendiente que va de los 10 a 75%, se les puede encontrar en diferentes exposiciones, pero prefieren las que están orientadas hacia el norte. Los pinares se establecen sobre rocas ígneas, gneis y esquistos, así como lutitas, areniscas y calizas, aunque sobre estas últimas con mucho menos frecuencia.

Se localizan sobre suelos cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles, umbrisoles, entre otros. Estos bosques están dominados por diferentes especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m.

Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino (*P. rudis*), pino escobetón (*P. devoniana (P. michoacana*)), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. duranguensis, P. chihuahuana, P. engelmannii, P. lawsoni, P. oaxacana*, dentro de las 46 especies citadas para México.

IV.3.1.1.4 Bosque de pino-encino (BP)

Son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. En climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28° C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Su mayor distribución se localiza entre los 1 200 a 3 200 m, aunque se les puede encontrar a menor altitud. Se establecen en sustrato ígneo y menor proporción sedimentaria y metamórfica, sobre suelos someros, profundos y rocosos como cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros.

Alcanzan alturas de 8 hasta los 35 m, las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*); pero con dominancia de las primeras. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución. Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino (*P. rudis*), pino escobetón *(P. devoniana (P. michoacana*)), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. duranguensis, P. chihuahuanam, P. engelmannii, P. lawsoni, P. oaxacana*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides* y *Q. scytophylla*.

IV.3.1.1.5 Bosque mesófilo de montaña (BM)

Su distribución en México es limitada y fragmentaria, en la vertiente Este de la Sierra Madre Oriental existe una franja angosta que se extiende desde Tamaulipas hasta el Norte de Oaxaca, incluyendo parte de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz; en Chiapas, en la vertiente septentrional de la Sierra de Chiapas y Guatemala y en ambos declives de la Cordillera Centroamericana; en la vertiente del Pacífico la distribución es más dispersa, desde el Norte de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán; en la Cuenca del Balsas; relictualmente en el Valle de México y en la vertiente exterior de la Sierra Madre del Sur de Guerrero y Oaxaca se presentan manchones continuos.

Fisonómicamente es un bosque denso que se desarrolla en regiones de relieve accidentado y laderas de pendiente pronunciada, es frecuente encontrarlo en cañadas protegidas de los vientos y fuerte insolación, en altitudes entre 800 a 2 700 m, donde se forman las neblinas durante casi todo el año, en zonas con una precipitación media anual superior a los 1 000mm y con una temperatura media anual que varía de 12 a 23°C.

El Bosque Mesófilo de Montaña posee estructura, afinidad florística y composición de especies muy diversa, en México se caracteriza por presentar en su dosel una composición de especies donde predominan árboles de hoja perenne y caducifolios de clima templado con alturas de 10 a 25 m y aún mayores, como micoxcuáhuitl (*Oreomunnuea mexicana*), lechillo (*Carpinus caroliniana*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), encino, roble (*Quercus spp.*), pino, ocote (*Pinus spp.*), tila (*Ternstroemia pringlei*), jaboncillo (*Clethra spp.*), *Podocarpus spp., Styrax spp., Ulmus mexicana, Juglans spp., Dalbergia spp., Eugenia spp., Ostrya virginiana, Meliosma spp., Chiranthodendron pentadactylon, Prunus spp., Matudaea trinervia y Acer skutchii*, mientras el sotobosque está conformado principalmente por especies tropicales perennifolias, como por ejemplo arbustos de los géneros *Archibaccharis sp., Celastrus sp., Clematis sp., Gelsemium sp., Parthenocissus sp., Philadelphus sp., Rhus sp., Smilax sp., Vitis sp.,* etc., en las copas de los árboles abundan las epífitas debido a la alta humedad atmosférica y a las abundantes lluvias, de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae y Araceae. Una de las características más sobresalientes de este bosque es el alto número de endemismos que alberga. Se puede encontrar alrededor del 11% de las especies de plantas de todo el país.

IV.3.1.1.6 Pastizal inducido (PI)

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

En altitudes superiores a 2 800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca, Muhlenbergia, Stipa* y *Calamagrostis*.

Por debajo de los 3 000 m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los bosques de encino y pino, son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios.

Entre los géneros a los que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon, Aristida, Bouteloua, Bromus, Deschampsia, Hilaria, Muhlenbergia, Stipa, Trachypogon y Trisetum*.

IV.3.1.1.7 Estados sucesionales de la vegetación natural

Los distintos estados sucesionales de la vegetación natural se clasifican en dos los cuales son;

Vegetación primaria: Es aquella en la que la vegetación no presenta alteración significativa o la degradación no es tan manifiesta.

Vegetación secundaria: Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

Los tipos de vegetación secundaria se clasifican en tres tipos;

- **Vegetación secundaria arbórea:** Fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de árboles. Es una fase relativamente madura. Con el tiempo puede dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.
- **Vegetación secundaria arbustiva:** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.
- **Vegetación secundaria herbácea**: Primera fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de formas herbáceas. Puede ser sustituida o no por una fase arbustiva. Con el tiempo puede dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

IV.3.1.1.8 Tipos de agricultura

Los tipos de agricultura que se desarrollan en nuestro país se incluyen también, plantaciones forestales, bosques cultivados y pastizales cultivados, de acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI de la serie VII, los clasifica bajo los siguientes criterios;

- Temporalidad del cultivo
- Suministro de agua

De acuerdo con el suministro de agua a los cultivos, estos son de tres tipos:

- Temporal: Cuando el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia.

- Riego: Cuando el suministro de agua utilizada para su desarrollo es obtenido por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, etcétera.
- Humedad: Cuando se aprovecha la humedad del suelo, independientemente del ciclo de las lluvias y que aún en época seca conservan la humedad, por ejemplo, zonas inundables, como pueden ser los lechos de los embalses cuando dejan de tener agua.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

- **Anuales:** son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.
- **Semipermanentes:** su ciclo vegetativo dura entre dos y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.
- **Permanentes:** la duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y frutales como el aguacate.

De acuerdo a los diferentes tipos de agricultura clasificados para México según INEGI serie VII, en el SA predominan los siguientes tipos;

- Agricultura de riego anual (RA)
- Agricultura de temporal anual (TA)

IV.3.1.2 Metodología

Para llevar a cabo el estudio de la flora de la zona del proyecto, se ejecutó en dos etapas. La primera consistió en una visita a la zona del proyecto, donde se registran los datos necesarios para posteriormente llevar a cabo los análisis correspondientes. La segunda etapa se realizó en gabinete, en donde se analizaron y procesaron los datos tomados en campo. A continuación, se describen cada una de las etapas;

IV.3.2.1 Trabajo de campo para el levantamiento de información

En primer lugar, antes del trabajo de campo se recabó información cartográfica del sitio de estudio, en el tipo de vegetación existente puesto que de esto depende el diseño y cantidad de muestreos a realizar. Consecutivamente se aseguró contar con el equipo y material indispensable para toma de datos y colecta de ejemplares en campo, de tal manera que se pudiera obtener la mayor evidencia posible para la precisa identificación de especies vegetales. El material que se requirió fue una cámara fotográfica, cinta métrica, GPS, clinómetro, tijeras para poda, prensa botánica y bolsas de papel.

El levantamiento de datos de la información ecológica se realizó los días 18, 19 y 20 de noviembre de 2022 en donde se registraron datos como nombre común, nombre científico, altura, cobertura y forma biológica para analizar dicha información por estratos de las especies presentes.

En el SA/AI se realizaron tres sitios de muestreo de 10x10 m distribuidos al azar cubriendo una superficie de 300 m^2 y en el AP se realizó un censo cubriendo el 100% de la superficie total.
En la siguiente figura se muestra el diseño de muestreo utilizado en el SA/AI, en el cuadrante de 10x10 m se contabilizaron a los estratos arbóreo, arbustivos, cactáceas y epifitas, mientras que para el estrato herbáceo se delimitó en uno de los vértices un cuadrante de 1x1 m^2.

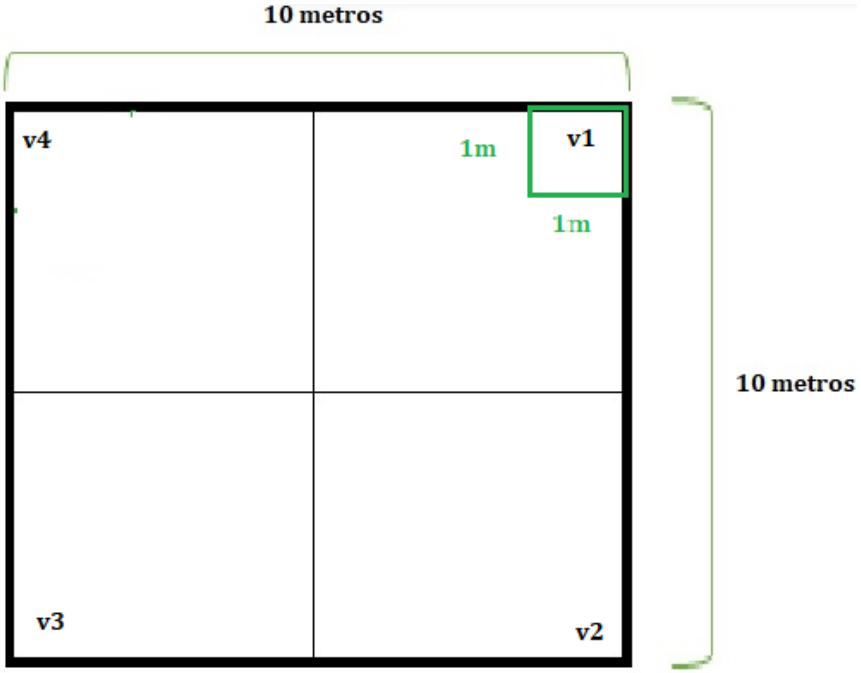


Imagen 25. Diseño de los sitios de muestreo

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo levantados en el SA/AI

Tabla 9. **Coordenadas de los sitios de muestreo en el SA**

No. Sitio	Vértice	Coordenadas UTM WGS84 Zona 15	
		X	Y
1	1	592153	1911937
	2	592163	1911937
	3	592163	1911927
	4	592153	1911927
2	1	592745	1912056
	2	592755	1912056
	3	592755	1912046
	4	592745	1912046
3	1	592909	1912627
	2	592919	1912627
	3	592919	1912617
	4	592909	1912617

En la siguiente figura se presentan la ubicación de los sitios de muestreo levantados en el SA

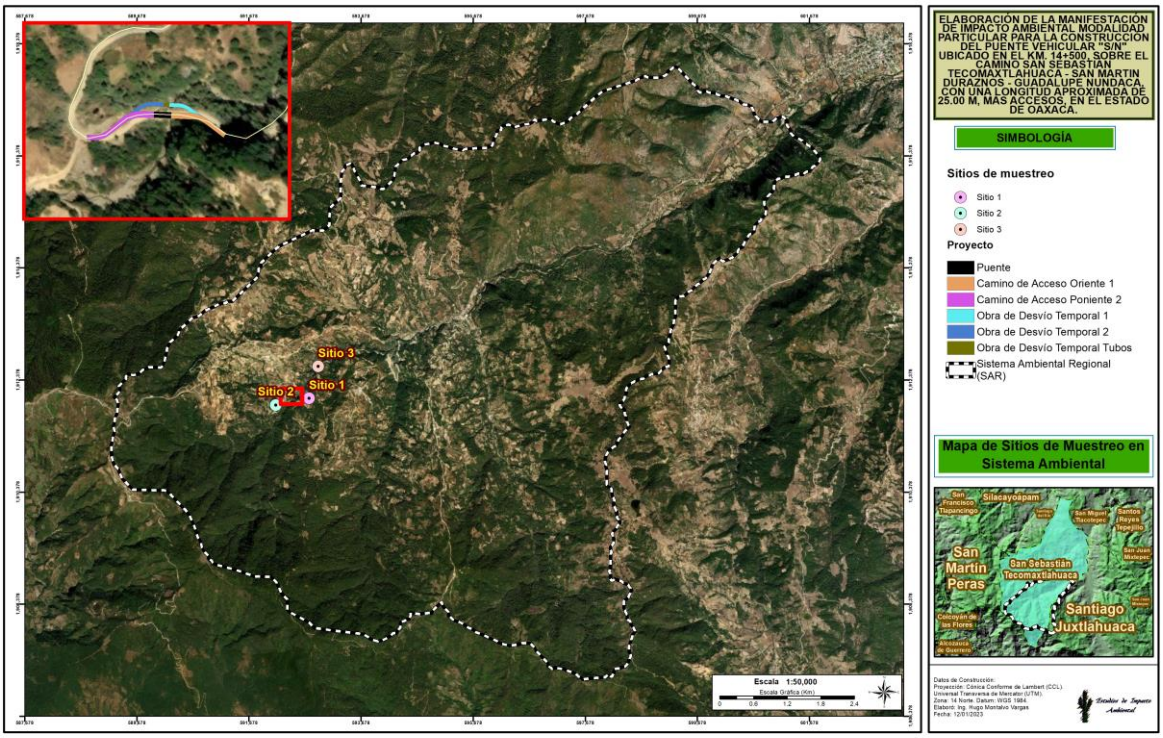


Imagen 26. Tipos de vegetación y usos de suelo en el SA/AI

Adicionalmente a los muestreos realizados, también se hizo un registro fotográfico de flora y colecta de algunas estructuras vegetales importantes para la identificación de las especies presentes en la zona del proyecto. Para determinar correctamente una especie vegetal, fue necesario recolectar algunas estructuras, que fueron prensadas o depositadas y etiquetadas en bolsas de papel.

Uno de los objetivos de la visita de campo es caracterizar la zona de estudio, por tal motivo también se tomó la mayor evidencia fotográfica posible de los usos de suelo presentes, de la misma manera esto ayuda a describir los estratos y estados de conservación de la vegetación en general, incluso a distinguir factores decisivos en la degradación de los ecosistemas actuales en la zona.

IV.3.2.2 Trabajo de Gabinete para el análisis de datos

En gabinete se realizaron análisis estadísticos con las medidas tomadas (altura y coberturas de copa) de las especies vegetales, así mismo se revisó a detalle el material vegetal colectado y los registros fotográficos, de tal manera que esto permitiera determinar la diversidad y abundancia de especies en la zona del proyecto. Por otra parte, la información recabada fue fundamental para la determinación de estratos y la clasificación adecuada del tipo de vegetación presente en la zona.

Aunado a lo anterior, mediante material bibliográfico, se corroboró minuciosamente la identificación correcta de las especies vegetales encontradas en la zona de estudio, para posteriormente realizar los análisis correspondientes.

Para la cuantificación de biodiversidad en un hábitat se utilizan índices que consisten en la comparación del número de especies con el número de individuos en una muestra localizada en una determinada región geográfica (latitud y longitud) (Acuña-Mesén, 2003). En este estudio se utilizó

el Índice de Shannon abreviado como "H". También conocido como índice de Shannon-Wiener o índice Shannon-Weaver. Este índice tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia, relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Campo & Duval, 2014).

Donde:

H'= Índice de diversidad de especies

S= Número de especies

pi= proporción total de la muestra que corresponde a la especie i

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi\ (\ln pi)$$

La medición para la equidad de la abundancia de especies, se deriva de la Equidad de Pielou. El índice de Pielou (J´) se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Moreno C. , 2001).

Donde:

J´= Índice de Pielou

H'= Índice de diversidad de especies

H' max = In (S)

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

El índice de equidad de Pielou posee valores que pueden variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Campo & Duval, 2014).

La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un sólo valor y permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo.

Por otra parte, los datos recabados en campo permitieron el análisis de la vegetación del lugar por medio de la obtención de variables como abundancia, frecuencia y dominancia, estas permiten estudiar la relación existente entre las especies de una población. Por otra parte, también se estimó el índice de valor de importancia de especies (IVI) para cada uno de los sitios.

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam & Curtis, 1956). Este valor se obtiene mediante los siguientes parámetros:

Densidad: Número de individuos expresado por unidad de área o volumen.

La densidad relativa: Se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies. Dado que algunas veces se presentan problemas en la determinación de los individuos, sobre todo en el estrato herbáceo, en donde algunos individuos crecen en agrupaciones (clon) o se reproducen vegetativamente en forma de rizomas o estolones, y el concepto de individuo causa dudas, entonces, se procedió a contar los retoños (ápices) o los tallos individuales; si los vegetales crecen en forma de clones (caso particular de las gramíneas), se contó todo el clon (macollo) como una unidad y fue tratado como un individuo.

Frecuencia: Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras.

Frecuencia relativa: Se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

Dominancia: Proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo (dominancia en estructura vertical), otra forma de expresarla, es también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal (Cobertura, dominancia en estructura horizontal).

Dominancia relativa: Es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies.

Índice de Valor de Importancia: Parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es de 300%, para una mejor interpretación este valor se divide entre tres siendo el valor máximo del 100%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia (House P., *et al* 2006).

Para los cuales se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{No. de Individuos de la especie } i}{\text{Area muestreda}}$$

$$\text{Densidad Relativa (DR)} = \frac{\text{Densidad de la especie } i}{\sum \text{ Densidades de todas las especies}} \text{ x } 100$$

$$\text{Frecuencia (F)} = \frac{\text{No. de sitios en los que ocurre la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Frecuencia Relativa (F)} = \frac{\text{No. de sitios en los que ocurre la especie } i}{\sum \text{Frecuencia de todas las especies}} \text{ x } 100$$

$$\text{Dominancia (Do)} = \frac{\sum \text{Area copa de todos los individuos de la especie i}}{\text{Area muestreada}} \text{ x } 100$$

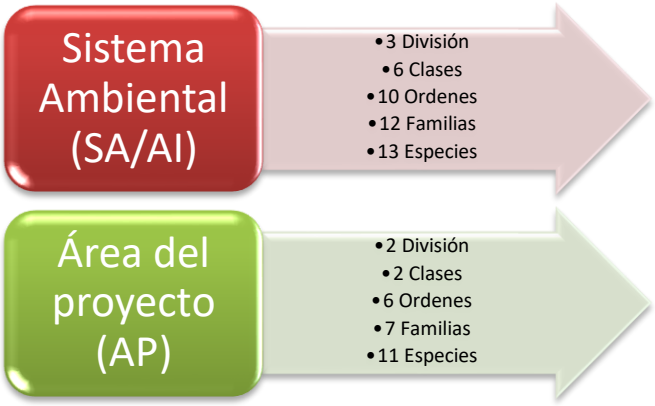
$$\text{Dominancia Relativa (DR)} = \frac{\text{Dominancia de la especie i}}{\sum \text{Dominancia de todas las especies}} \text{ x } 100$$

IV.3.2.3 Composición Florística

Los inventarios florísticos describen la estructura y función de la vegetación para su aplicación en el uso y manejo de la misma (Alvarez, 2006), de igual manera son importantes para cualquier proyecto que contemple cambios de uso de suelo, esto permite detectar elementos que son relevantes para la conservación tales como especies que están en peligro de extinción ya sea por normas federales o internacionales, endémicas, de distribución restringida o rara, y de esta manera evaluar la viabilidad de los proyectos y/o las medidas de compensación y mitigación que se debieran tomar respecto a los ecosistemas que se modifiquen.

En el SA/AI se identificó la composición florística en la vegetación secundaria arbórea de bosque de encino (VSA/BQ), se identificaron tres divisiones, de la división Magnoliophyta, tres clases, siete ordenes, ocho familias, representadas en nueve especies, de la segunda división Pinophyta se identificaron, una clase, un orden y dos familias y de la tercera división Tracheophyta, dos clases, dos órdenes y dos familias, representadas en dos especies.

En el AP se identificó dos divisiones Magnoliophyta con dos clases, cinco ordenes, seis familias y 10 especies y Tracheophyta, una clase, un orden, una familia y una especie.



IV.3.2.4 Estratificación Vegetal

Las comunidades vegetales son un reflejo de las características ambientales, incluyendo clima, suelos, regímenes hídricos y otros factores ambientales y la variación en la estructura y composición entre sitios es un reflejo del conjunto de estos factores (Killeen, Siles, Soria, & Correa, 2005), en este sentido se puede mencionar que la estratificación vegetal también depende de estos factores mencionados.

La estratificación es la característica que determina la estructura vertical de una comunidad, además el acomodo de las especies vegetales a cierta altura sobre el nivel del suelo, es el resultado de un proceso de selección natural y adaptación en el que la luz juega un papel determinante. Las formas de vida de la vegetación registrada en el área del proyecto se presentan en estrato arbóreo, arbustivo, herbáceo, cactáceas, enredaderas y epífitas. Para determinar los estratos de la vegetación en el SA, además de tomar en cuenta la altura de las especies también se consideró su diámetro y lignificación.

Estrato arbóreo. Para incluir a un individuo como parte de este estrato se considera que éste tenga un diámetro mayor o igual a 5 centímetros a una altura de 1.30 metros sobre el suelo, dicha medición del diámetro del fuste de cada árbol se realizó con la ayuda de una forcípula marca Haglof.

Estrato arbustivo. Como parte del estrato arbustivo se consideraron aquellos individuos que presentaron un diámetro menor a 5 centímetros en su tallo (fuste central o principal) a una altura de 1.30 metros, con tallos lignificados.

Estrato herbáceo Para el estrato herbáceo se consideraron los individuos de especies no leñosas, excluyendo las cactáceas.

Cactáceas: Son plantas con tallos suculentos, capaces de almacenar agua, cuentan con sustitución de hojas por espinas.

Epífitas: Plantas ubicadas sobre plantas portadoras sin obtener de ellas sus nutrimentos.

Enredaderas. Por otro lado, las enredaderas son aquellas plantas que, por medio de diversos mecanismos, son capaces de sujetarse a otras plantas u otros elementos de soporte y, mediante el alargamiento desmesurado de sus tallos, encaramarse hasta las alturas. En este caso particularmente las enredaderas encontradas durante los muestreos presentan también condición herbácea, por lo que se optó por englobar estas dos categorías en una sola clasificación.

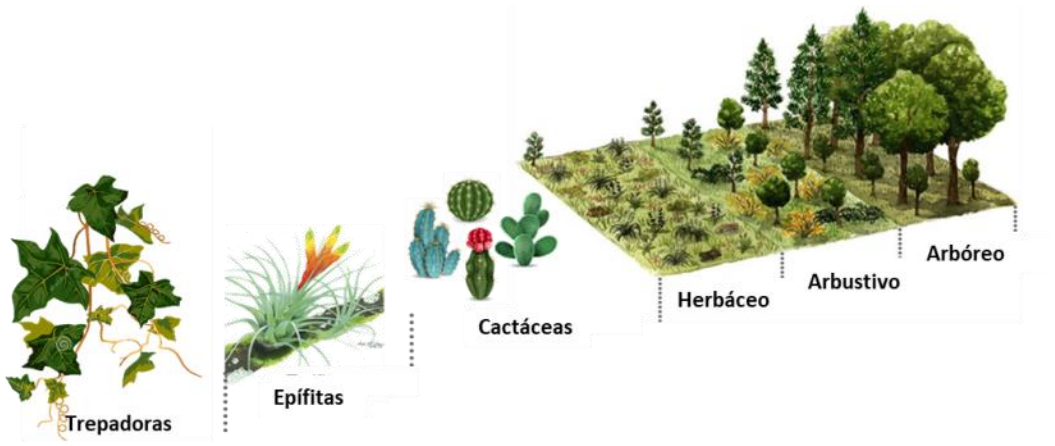
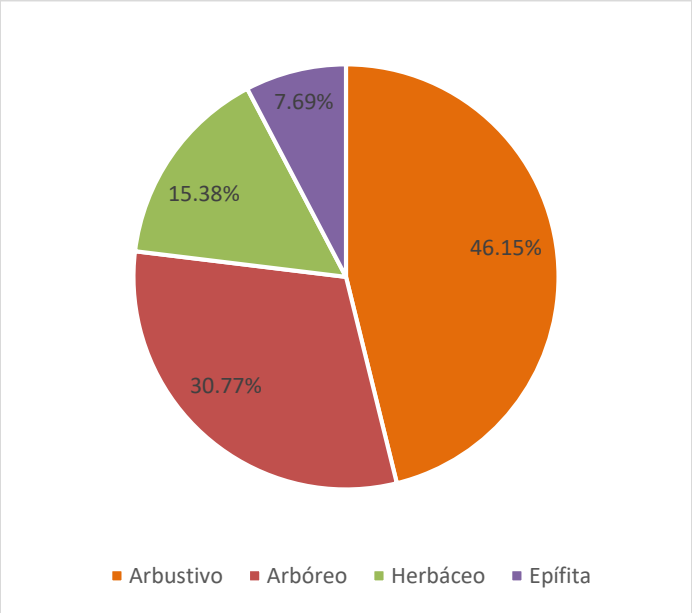


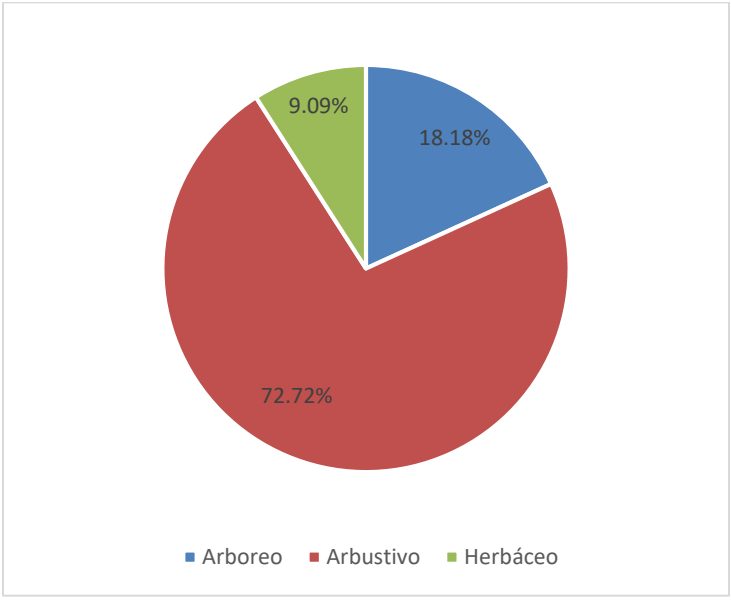
Imagen 27. Esquematización de los estratos registrados en las unidades de estudio

La estratificación del SA/AI se compone de 4 estratos; estrato arbóreo, arbustivo, herbáceo y epifita, el cual el estrato arbustivo fue el más representativo con el 46.15%, después del estrato arbóreo con 30.77% y el estrato herbáceo con el 15.38%, y por último la presencia de epifitas con el 7.69%.



Gráfica 3. **Estratificación en el SA**

En el AP la estratificación se compone de tres estratos; estrato arbóreo, arbustivo, herbáceo, el cual el 72.72% de las especies corresponden al estrato arbustivo, después del estrato arbóreo con 18.18% y el estrato herbáceo con el 9.09%.



Gráfica 4. **Estratificación en el AP**

IV.3.2.5 Poblaciones en riesgo

Uno de los factores importantes en el estudio de los ecosistemas es el origen de las especies que en ellos habitan, así mismo las amenazas que constituyen mayor relevancia en la conservación de biodiversidad son la destrucción de hábitats y la invasión biológica, esta última implica pérdidas

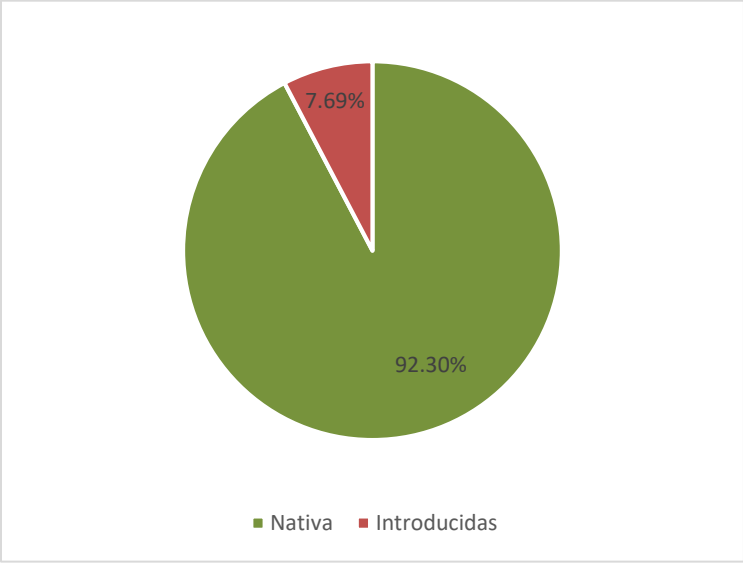
económicas cuantiosas y problemas sanitarios severos, por lo que se vuelven una amenaza directa para el bienestar humano (Aguirre & Mendoza, 2009).

El origen de las especies es un indicador que consiste en determinar el número de especies nativas o introducidas para México, contemplando el estatus de origen de cada especie con la finalidad de determinar el valor en cuanto a recursos florísticos. Gracias a esta información, se obtienen datos sobre la calidad de las especies en un determinado sitio y por lo tanto, su importancia como recurso biológico-ecológico.

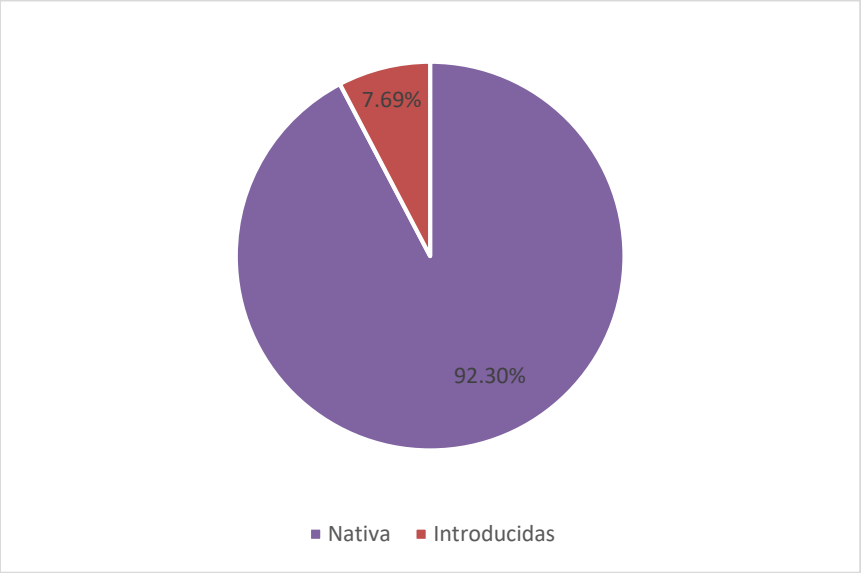
Por todo lo anterior es importante identificar las especies que habitan en los ecosistemas y de manera importante su estatus migratorio de la flora existente, ya que este pudiera marcar un factor de alteración. A continuación, se muestran las clasificaciones dentro del estatus migratorio que se pueden encontrar:

- **Especies nativas:** Aquellas especies que se encuentran en su área de distribución natural pasada o presente (los hábitats y ecosistemas en los que vive o ha vivido) o dentro de su área potencial de difusión.
- **Especies introducidas:** Se consideran a todas las especies que se encuentran fuera de su área normal de distribución.

La información obtenida en campo arroja que el 72.72% de las especies registradas en el AP son nativas y el 27.27% son introducidas, mientras que en el SA el 92.30% son nativas y el 7.69% son introducidas, las especies registradas como introducidas son *Pennisetum purpureum, Rhynchelytrum repens, Ricinus communis y Gladiolus sp*. cabe mencionar que, ésta última especie es considerada como una especie cultivada.



Gráfica 5. **Estatus migratorio de las especies en el AP**



Gráfica 6. **Estatus migratorio de las especies en el SA**

Así mismo, de las especies registradas en AP **no se reporta ninguna especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010,** mientras que en el SA se reporta a la especie de *Sphaeropteris horrida* listada en la categoría de Protección especial (Pr), cabe mencionar que, en caso de encontrarse esta especie durante la ejecución del proyecto se implementarán las medidas correspondientes que se proponen en el capítulo correspondiente de las medidas de mitigación y compensación para el rescate de dicha especie.

En la siguiente tabla se presentan las especies registradas en el SA y AP estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y origen de las especies.

Tabla 10. **Especies Registradas en el AP y SA/AI**

División	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	*Estrato	*Origen	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Ocurrencia	
									AP	SA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Jara amarilla	Arb.	N	-	X	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens sharpii*	Aceitillas	Arb.	N	-	X	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Scrophulariaceae	*Buddleja cordata*	Tepozan	A	N	-	X	X
Magnoliophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Pennisetum purpureum*	Pasto elefante	Arb.	I	-	X	
Magnoliophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Phragmites australis*	Carrizo	Arb.	N	-	X	
Magnoliophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Rhynchelytrum repens*	Pasto rosado	Herb.	I	-	X	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	Arb.	I	-	X	
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia cinnabarina*	Salvia roja	Arb.	N	-	X	X
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia purpurea*	Salvia purpura	Arb.	N	-	X	X
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Boraginaceae	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	Arb.	N	-	X	

División	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	*Estrato	*Origen	Estatus NOM-059-SEMARNAT	Ocurrencia	
									AP	SA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	*Burcera simaruba*	Palo mulato	A	N	-		X
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	*Chaetogastra scabriuscula*	Arete de inca	Arb.	N	-		X
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Cupressaceae	*Cupressus lusitinaca*	Cipres blanco	A	N	-		X
Magnoliophyta	Liliopsida	Asparagales	Iridaceae	*Gladiolus sp.*	Gladiola	Arb.	I	-		X
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Montanoa grandiflora*	Acahual	Arb.	N	-		X
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Pinaceae	*Pino pseudostrobus*	Pino lacio	Arb.	N	-		X
Magnoliophyta	Polypodiopsida	Polypodiales	Polypodiaceae	*Polypodium plesiosorum*	Helecho	Herb.	N	-		X
Tracheophyta	Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus candicans*	Encino blanco	A	N	-		X
Tracheophyta	Polypodiopsida	Cyatheales	Cyatheaceae	*Sphaeropteris horrida*	Cola de mico	Herb.	N	Pr	X	X
Magnoliophyta	Liliopsida	Poales	Bromeliaceae	*Tillandsia fasciculata*	Gallito	Ep.	N	-		X
*A: Arbóreo, Arb: Arbustivo, Herb: Herbáceo Ep:Epífita N:Nativa I:Introducida Pr: Protección especial										

IV.3.2.6 Análisis de los índices de diversidad en el SA/AI

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI, en el área del proyecto se clasifica como pastizal inducido (PI), sin embargo, en el SA se optó por levantar tres sitios de muestreo en el mismo tipo de vegetación a afectar en el AP, la cual de acuerdo a los datos registrados en los sitios de muestreo se observó que la vegetación presente en el SA/AI corresponde a la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (VSa/BQ), cabe mencionar que, para una caracterización más detallada de la flora presente en el SA/AI implicaría mayores costos, por lo que para fines de este proyecto se registraron solo las especies potenciales presentes en el SA.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de valor de importancia ecológica (IVIE), diversidad de Shannon-Wiener (H) y equitatividad de Pielou de la flora registrada de cada uno de los estratos en el SA/AI.

IV.2.2.6 Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) y diversidad de Shannon-Wiener (H) y equitatividad de Pielou

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se registró una riqueza específica de tres especies la cual la especie de *Quercus Candicans* fue la especie que presentó el mayor valor de importancia ecológica obteniendo un valor de 71.63%, seguidas de las especies de *Cupressus lusitinaca* con 16.31 y *Burecera simaruba* con 12.05.

Tabla 11. **Índice de valor de Importancia ecológica en el estrato arbóreo en el SA**

No.	Nombre científico	Densidad	Den. Rel	Frec.	Frec. Rel	Dom.	Dom. Rel	IVIE (%)
1	*Burcera simaruba*	1	2.85	1	20	3.97	13.30	12.05
2	*Cupressus lusitinaca*	1	2.85	1	20	7.79	26.08	16.31
3	*Quercus candicans*	33	94.28	3	60	18.11	60.62	71.63
Total		35	100	5	100	29.88	100	100

Den.Rel: Densidad Relativa Frec. Frecuencia Frec. Rel. Frecuencia Relativa. Dom: Dominancia Dom Rel. IVIE: Índice de Valor de Importancia Ecológica:

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en el estrato arbóreo se obtuvo un valor de 0.26 lo que indica que el estrato es poco diverso, faltándole 0.84 para alcanzar su máxima diversidad (1.10) y un valor de equitatividad de 0.24 lo que indica la ausencia de uniformidad de las especies.

Tabla 12. **Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en el estrato arbóreo en el SA**

No.	Nombre científico	Densidad	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
1	*Burecera simaruba*	1	0.029	-3.56	0.10
2	*Cupressus lusitinaca*	1	0.029	-3.56	0.10
3	*Quercus candicans*	33	0.943	-0.06	0.06
Total		35	1		0.26

En la siguiente tabla se presenta los resultados de diversidad de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou del estrato arbóreo.

Tabla 13. **Índices de diversidad en el estrato arbóreo en el SA**

Índice	Valor
Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.26
Diversidad máxima (H Max)	1.10
Equidad de Pielou (J)	0.24
Diferencia diversidad	0.84

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo presentó una riqueza específica de seis especies de las cuales la especie *Gladiolus sp.* fue la mejor representada obteniendo un valor de 41.01 %, cabe mencionar que, fue observada como una especie cultivada en el SA, después de la especie de *Buddleja cordata* con 18.95 %, seguida de la especie de *Montanoa grandiflora* con 18.1%, y *Pino Pseudostrobus* con 8.69%, mientras que las demás especies obtuvieron valores menores al 10.0%.

Tabla 14. **Índice de valor de Importancia ecológica en el estrato arbustivo en el SA**

No.	Nombre científico	Densidad	Den. Rel	Frec.	Frec. Rel	Dom.	Dom. Rel	IVIE (%)
1	*Buddleja cordata*	1	1.14	1	16.67	1.95	39.06	18.95

No.	Nombre científico	Densidad	Den. Rel	Frec.	Frec. Rel	Dom.	Dom. Rel	IVIE (%)
2	*Gladiolus sp.*	80	90.91	1	16.67	0.77	15.45	41.01
3	*Montanoa grandiflora*	2	2.27	1	16.67	1.77	35.43	18.12
4	*Pino pseudostrobus*	1	1.14	1	16.67	0.41	8.28	8.69
5	*Salvia cinnabarina*	2	2.27	1	16.67	0.05	0.98	6.64
6	*Salvia purpurea*	2	2.27	1	16.67	0.04	0.80	6.58
Total		88	100	6	100	4.99	100	100

Den.Rel: Densidad Relativa Frec. Frecuencia Frec. Rel. Frecuencia Relativa. Dom: Dominancia Dom Rel. IVIE: Índice de Valor de Importancia Ecológica:

El resultado obtenido de la diversidad de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo fue de 0.45 lo que indica que se tiene una diversidad medianamente diversa, faltándole 1.35 para alcanzar su máxima diversidad de 1.79 y las especies presentan ausencia de uniformidad obteniendo un valor de equitatividad de Pielou de 0.25.

Tabla 15. **Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en el estrato arbustivo en el SA**

No.	Nombre científico	Densidad	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
1	*Buddleja cordata*	1	0.01	-4.477	0.05
2	*Gladiolus sp.*	80	0.91	-0.095	0.09
3	*Montanoa grandiflora*	2	0.02	-3.784	0.09
4	*Pino pseudostrobus*	1	0.01	-4.477	0.05
5	*Salvia cinnabarina*	2	0.02	-3.784	0.09
6	*Salvia purpurea*	2	0.02	-3.784	0.09
Total		88	1.00		0.45

En la siguiente tabla se presentan los índices de diversidad calculados para estrato arbustivo en el SA.

Tabla 16. **Índices de diversidad en el estrato arbustivo en el SA**

Índice	Valor
Riqueza específica (S)	6
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.45
Diversidad máxima (H max)	1.79
Equidad de Pielou (J)	0.25
Diferencia diversidad	1.35

Estrato herbáceo

En cuanto al estrato herbáceo se tiene una riqueza específica de tres especies de las cuales la especie mejor representada fue la especie de *Chaetogastra scabriuscula* obteniendo el mayor valor del IVIE (38.91 %), después de la especie de *Polypodium plesiosorum* con 38.03 % y por último la especie *Sphaeropteris horrida* con 23.065 %.

Tabla 17. **Índice de valor de Importancia ecológica en el estrato herbáceo en el SA**

No.	Nombre científico	Densidad	Den. Rel	Frec.	Frec. Rel	Dom.	Dom. Rel	IVIE (%)
1	*Chaetogastra scabriuscula*	1	20	1	33.33	0.13	63.40	38.91
2	*Polypodium plesiosorum*	3	60	1	33.33	0.04	20.75	38.03
3	*Sphaeropteris horrida*	1	20	1	33.33	0.03	15.85	23.06
Total		5	100	3	100	0.20	100	100

Den.Rel: Densidad Relativa Frec. Frecuencia Frec. Rel. Frecuencia Relativa. Dom: Dominancia Dom Rel. IVIE: Índice de Valor de Importancia Ecológica:

Así mismo, el estrato herbáceo presentó un índice de Shannon-Wiener de 0.95 lo que indica que el estrato es medianamente diverso, pudiendo alcanzar una máxima diversidad de 1.10, faltándole 0.15, y las especies tienden a la equitatividad (0.86).

Tabla 18. **Índices de diversidad en el estrato herbáceo en el SA**

No.	Nombre científico	Densidad	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
1	*Chaetogastra scabriuscula*	1	0.2	-1.61	0.32
2	*Polypodium plesiosorum*	3	0.6	-0.51	0.31
3	*Sphaeropteris horrida*	1	0.2	-1.61	0.32
Total		5	1		0.95

Tabla 19. **Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) en el estrato arbustivo en el SA**

Índice	Valor
Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.95
Diversidad máxima (H max)	1.10
Equidad de Pielou (J)	0.86
Diferencia diversidad	0.15

Epifitas

En el SA se registró una especie de epífita correspondiente a la especie de *Tillandsia fasciculata* con un total de 5 individuos, cabe mencionar que, la diversidad de este estrato en el ecosistema de estudio es baja de acuerdo al número de especies registradas.

Tabla 20. **Epifitas registradas en el SA**

No.	Nombre científico	Nombre común	Estrato	No. Individuos	Cobertura (m^2)
1	*Tillandsia fasciculata*	Gallito	Epífita	5	0.0123

IV.3.1.3 Vegetación en el área del proyecto (AP)

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI serie VII el área del proyecto se caracteriza como pastizal inducido (PI), sin embargo, de acuerdo al recorrido *in situ* y a las especies registradas se determinó que el AP presenta un grado de perturbación en donde se observaron especies meramente ruderales con individuos aislados de bosque de encino.

De acuerdo al Artículo 7, fracciones LXXI, LXXI Bis y LXXX de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de abril de 2020 indica que "*Vegetación forestal: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales*;" así mismo, "*Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;*" derivando a "*Terreno forestal arbolado: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características;*".

Dado lo anteriormente mencionado, se recalca que la vegetación a remover por la ejecución de las obras **no corresponde a vegetación forestal**, cuya caracterización fue obtenida a partir de la planeación de un recorrido de visualización en campo. Es así que tanto la composición biótica vegetal como la superficie del proyecto no cumplen con lo definido en la ley para considerarse como vegetación forestal.

Estado actual de la vegetación

En los sitios menos modificados, el uso del suelo está determinado precisamente por la vegetación natural del mismo: bosques, selvas y matorrales, que constituyen la categoría "primaria". En las regiones donde una porción de la comunidad biológica ha sido explotada parcialmente o bien se está recuperando después de su remoción, la vegetación es calificada como "perturbada" o "secundaria" respectivamente. Se conoce como "cobertura antrópica" a aquellos lugares donde la vegetación ya es totalmente diferente de la original al ser modificada por el hombre; dentro de esta categoría se incluyen diferentes tipos de cubierta: agrícola, ganadera o urbana.

En este conjunto pueden distinguirse desde el punto de vista ecológico dos grandes grupos a mencionar: a) las plantas arvenses, o sea las ligadas a los cultivos, y b) las ruderales, propias de los poblados, orillas de canales, áreas con construcción y de las vías de comunicación.

La mayoría de las malezas son especies particularmente bien adaptadas a las condiciones antropogénicas peculiares en que viven y su auge se inició sin duda con el origen mismo de la agricultura y con el establecimiento de los asentamientos humanos. El aumento de la población humana y el progreso de la civilización han sido poderosos factores que influyeron en la evolución y en la expansión de las malezas, y en las condiciones actuales estas plantas constituyen un elemento de primer orden en la vegetación de las regiones habitadas.

Para poder determinar la composición vegetal del área de interés, en primera instancia se obtuvo la clasificación de los usos del suelo en los terrenos del AP, SA y AI (pastizal Inducido), lo que contribuyó a generar un listado potencial de especies probables a encontrar. Dicha información fue corroborada *in situ* mediante la planeación y ejecución de un recorrido de visualización (Censo) e

identificación de especies presentes en el AP; el estado actual del AP se encuentra modificado por la presencia actual del puente vial, con la presencia de especies de índole ruderal e individuos aislados de bosque de encino, la presencia de éstas últimas especies se registraron en los polígonos temporales del área del proyecto, la cual al término de la construcción de la obra se ejecutará las medidas de restauración descritas en el programa de restauración anexo a este estudio.

En las siguientes figuras se muestra la condición de la vegetación presente en el área del proyecto.

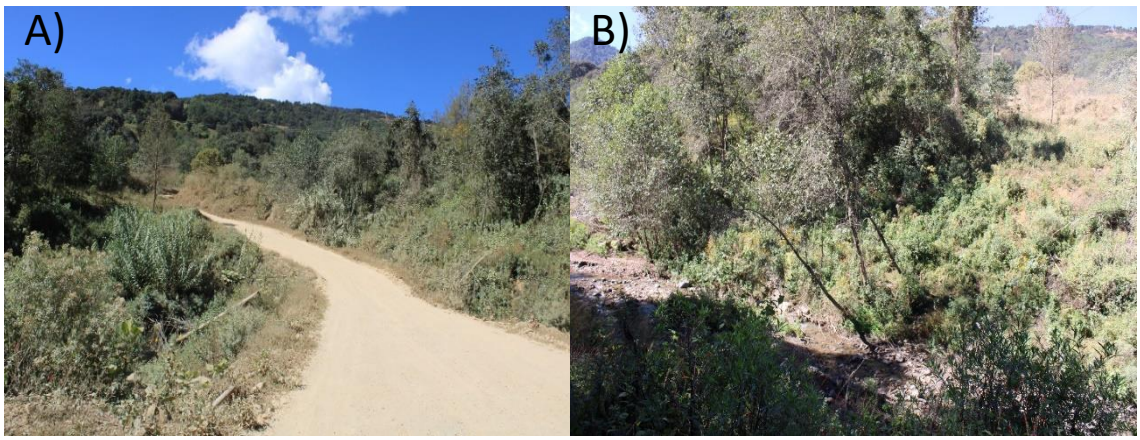


Imagen 28. Condición actual del área del proyecto A) Área permanente B) Área temporal

A continuación, se presenta los análisis de diversidad de las especies registradas en el área del proyecto.

IV.3.1.3.1 Análisis de los índices de diversidad en el SA/AI

IV.3.1.3.2 Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) y diversidad de Shannon-Wiener (H) y equitatividad de Pielou

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de los análisis realizados con los datos de flora recabados en el AP, cabe mencionar que, de los estratos observados en el recorrido de campo el estrato con mayor número de especies fue el estrato arbustivo (8 especies), después del estrato arbóreo con dos especies, y por último el estrato herbáceo en donde solo se registró una especie.

Estrato arbóreo

De acuerdo a los resultados obtenidos en el área del proyecto se registraron dos especies en el estrato arbóreo la cual la especie de *Quercus Candicans* obtuvo un IVIE de 70.01% y la especie *Buddleja cordata* obtuvo un valor de 29.99%.

Tabla 21. **Índice de valor de Importancia ecológica en el estrato arbóreo en el AP**

No.	Nombre científico	Densidad	Den. Rel	Frec.	Frec. Rel	Dom.	Dom. Rel	IVIE (%)
1	*Buddleja cordata*	1	20	1	50	8.30	19.98	29.99
2	*Quercus candicans*	4	80	1	50	33.22	80.02	70.01
Total		5	100	2	100	41.51	100	100

Den.Rel: Densidad Relativa Frec. Frecuencia Frec. Rel. Frecuencia Relativa. Dom: Dominancia Dom Rel. IVIE: Índice de Valor de Importancia Ecológica:

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) obtenido para este estrato fue de 0.5 pudiendo alcanzar una máxima diversidad de 0.69 estos valores indican que el estrato es poco diverso, y existe ausencia de uniformidad de las especies de acuerdo al valor de índice de equitatividad de Pielou (0.72).

Tabla 22. **Índices de diversidad en el estrato arbustivo en el AP**

No.	Nombre científico	Densidad	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
1	*Buddleja cordata*	1	0.2	-1.60	0.322
2	*Quercus candicans*	4	0.8	-0.22	0.179
Total		5	1	-1.83	0.500

Tabla 23. **Índices de diversidad en el estrato arbustivo en el AP**

Índice	Valor
Riqueza específica (S)	2
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.5
Diversidad máxima (H max)	0.69
Equidad de Pielou (J)	0.72
Diferencia diversidad	0.19

Estrato arbustivo

Con base a los resultados obtenidos se tiene una riqueza específica de ocho especies en el estrato arbustivo, la cual la especie *Wigandia urens* fue la mejor representada obteniendo un valor del IVIE de 24.79 %, seguidas de las especies de *Salvia cinnabarina* con 15.09, *Bidens sharpii* con 14.08 %, *Bacharis salicifolia* con 12.36 % y *Phragmites australis* con 11.07%, mientras que las demás especies obtuvieron valores menores al 10.0%.

Tabla 24. **Índice de valor de Importancia ecológica en el estrato arbustivo en el AP**

No.	Nombre científico	Densidad	Den. Rel	Frec.	Frec. Rel	Dom.	Dom. Rel	IVIE (%)
1	*Bacharis salicifolia*	1	4.00	1	12.5	1.76	20.59	12.36
2	*Bidens sharpii*	6	24.00	1	12.5	0.49	5.75	14.08
3	*Pennisetum purpureum*	1	4.00	1	12.5	0.47	5.50	7.33

No.	Nombre científico	Densidad	Den. Rel	Frec.	Frec. Rel	Dom.	Dom. Rel	IVIE (%)
4	*Phragmites australis*	3	12.00	1	12.5	0.74	8.70	11.07
5	*Ricinus communis*	3	12.00	1	12.5	0.23	2.77	9.09
6	*Salvia cinnabarina*	8	32.00	1	12.5	0.06	0.76	15.09
7	*Salvia purpurea*	1	4.00	1	12.5	0.17	2.06	6.19
8	*Wigandia urens*	2	8.00	1	12.5	4.62	53.86	24.79
Total		25	100	8	100	8.58	100.00	100

Den.Rel: Densidad Relativa Frec. Frecuencia Frec. Rel. Frecuencia Relativa. Dom: Dominancia Dom Rel. IVIE: Índice de Valor de Importancia Ecológica:

De acuerdo a los resultados del Índice de Shannon-Wiener se obtuvo un valor de 1.8 lo que indica que es estrato es medianamente diverso pudiendo alcanzar una máxima diversidad de 2.08, faltándole 0.28, en tanto a la equitatividad, las especies tienden a la uniformidad (0.87).

Tabla 25. **Índices de diversidad en el estrato arbustivo en el AP**

No.	Nombre científico	Densidad	PI	LN de PI	-PI*LN(PI)
1	*Bacharis salicifolia*	1	0.04	-3.21	0.12
2	*Bidens sharpii*	6	0.24	-1.42	0.34
3	*Pennisetum purpureum*	1	0.04	-3.21	0.12
4	*Phragmites australis*	3	0.12	-2.12	0.25
5	*Ricinus communis*	3	0.12	-2.12	0.25
6	*Salvia cinnabarina*	8	0.32	-1.13	0.36
7	*Salvia purpurea*	1	0.04	-3.21	0.12
8	*Wigandia urens*	2	0.08	-2.52	0.20
Total		25	1		1.80

Tabla 26. **Índices de diversidad en el estrato arbustivo el AP**

Índice	Valor
Riqueza específica (S)	8
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.8
Diversidad máxima (H max)	2.08
Equidad de Pielou (J)	0.87
Diferencia diversidad	0.28

Estrato herbáceo

En cuanto al estrato herbáceo presentó una diversidad baja de acuerdo al número de especies observadas, siendo la especie *Rhynchelytrum repens* el cual se observó en mayor número de individuos (15 Individuos).

Tabla 27. **Especies registradas en los estratos arbóreo y arbustivo en el AP**

No.	Nombre científico	Nombre común	Estrato	No. Individuos	Cobertura (m^2)
1	*Rhynchelytrum repens*	Pasto rosado	Herbáceo	15	0.18

De acuerdo a los resultados de los análisis, indican que la mayoría de las especies en el AP son de hábitat ruderal, por ejemplo las especies *Ricinus comunis* es considerada una especie altamente invasora que es capaz de crecer rápidamente en climas templados, *Pennisetum purpureum* es una especie exótica en el que se desarrolla a orillas de los caminos, lotes baldíos, terrenos cultivados y lugares húmedos, *Bidens sharpii* es una especie considerada maleza que crecen regularmente en los campos de cultivos, taludes, orillas de caminos y al redor de ríos, la especie *Phragmites australis* es una especie que se desarrolla a orillas de ríos y lagunas capaz de reproducirse rápidamente, *Wigandia urens* es una especie que se desarrolla en lugares perturbados, orillas de caminos, pendientes, lugares abandonados y áreas alteradas frecuentemente se desarrolla en las grietas de paredes y bardas, *Rhynchelytrum repens* se desarrolla a orillas de caminos, bordes y dentro de los terrenos de cultivo y como componente de la vegetación secundaria, *Bacharis salicifolia* es una especie que se distribuyen regularmente en ambientes perturbados como en parcelas, canales de riego y a orillas de ríos y arroyos y que se desarrollan rápidamente en campos abandonados, por mencionar algunas presentes en el AP y en el SA/AI.

Con base a lo anterior, se considera que la vegetación presente en el AP presenta un alto grado de perturbación y en la estructura de la misma, de manera que, de ejecutarse el desarrollo del proyecto, no se estará interviniendo sobre un área mejor conservada con respecto al AI y el SA, de acuerdo a las especies registradas. En ambos casos, la mayoría de las especies son de hábitat ruderal y de fácil propagación natural.

Cabe recalcar que, la especie de *Quercus candicans* registrada en las áreas temporales, será considera como parte del programa de restauración anexo a este estudio.

IV.3.2 Fauna

IV.3.2.1 Probable ocurrencia

Para tener una línea base de lo que se puede encontrar en campo a la hora de realizar un levantamiento de datos, se debe primero realizar un listado de todas las especies con potencial presencia en dicha área, a esto se le llama probable ocurrencia. Dicho listado ayuda a tener una referencia de la fauna silvestre situada en la zona de estudio y los métodos que podrían emplearse para una mejor eficiencia; asimismo, también apoyará posteriormente para en caso de no encontrar las especies identificadas con anterioridad (trabajos previos de investigación), tomar en cuenta para las medidas de mitigación planteadas.

Con esto en mente, se realizó un listado de probable ocurrencia la cual se enfocó en el Sistema Ambiental (SA), siendo una superficie de 7,394.6266 ha, un área difícil de abarcar e incluso imposible de registrar la totalidad de fauna silvestre que contiene, dado que los vertebrados son organismos que se mueven, tienen diferentes ámbitos hogareños y comportamientos que dificulta en gran medida su registro, haciendo sumamente complicado, hasta en investigación prolongadas e intensivas, lograr el 100% de éxito.

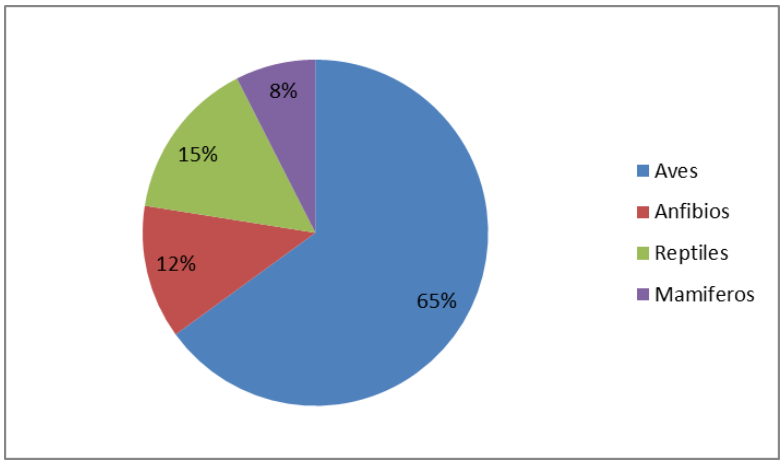
Al realizar este listado, las especies podrán tomarse en cuenta aunque no se registraran en las labores de muestreo en el SA, ya sea por el tiempo invertido, la topografía que no lo permite, el clima, entre otros aspectos. Para poder realizar la probable ocurrencia y conocer las especies distribuidas dentro del área del Sistema Ambiental, se efectuó una consulta y búsqueda bibliográfica en trabajos previos, libros, revistas científicas, manuales, así como bases de datos digitales (gbif, naturalista, CONABIO, amphibiaweb, ebird, xeno-canto, avesmx, VetNet, herpmapper, iucnredlist) que indicaran registros o distribuciones, los cuales se analizaron para discernir qué especies de los diferentes grupos faunísticos se podrían encontrar en el área de interés.

Una vez hecho la búsqueda y análisis, como resultado se obtuvo que las especies totales de probable ocurrencia dentro del SA delimitado fue de 40, cuyos vertebrados que obtuvieron el mayor número de especies fueron las aves, contando con 26, lo que significa que este grupo obtuvo el 65% del total; le siguieron los reptiles con 6 especies, lo que significó el 15%; después los anfibios con 5 especies y el 13% de lo encontrado; y finalmente los mamíferos con 3 especies, lo que permitió que fuera el grupo con menos representatividad para la probable ocurrencia, teniendo solo el 8% del total.

Es necesario aclarar que no hay demasiados registros históricos de la región, debido a la ubicación, algo inaccesible, por lo que la probable ocurrencia no fue muy grande. El listado completo de las especies se encuentra anexado a este estudio en formato Excel bajo el nombre de "Fauna silvestre, registros en campo y probable ocurrencia Puente Oaxaca 14+500".

Tabla 28. **Probable ocurrencia de los grupos faunísticos dentro del SA**

Grupos	Riqueza específica	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémicas	Porcentaje de representatividad
Aves	26	2	0	65%
Anfibios	5	-	2	13%
Reptiles	6	4	3	15%
Mamíferos	3	1	0	8%
Total	**40**	**7**	**5**	**100%**

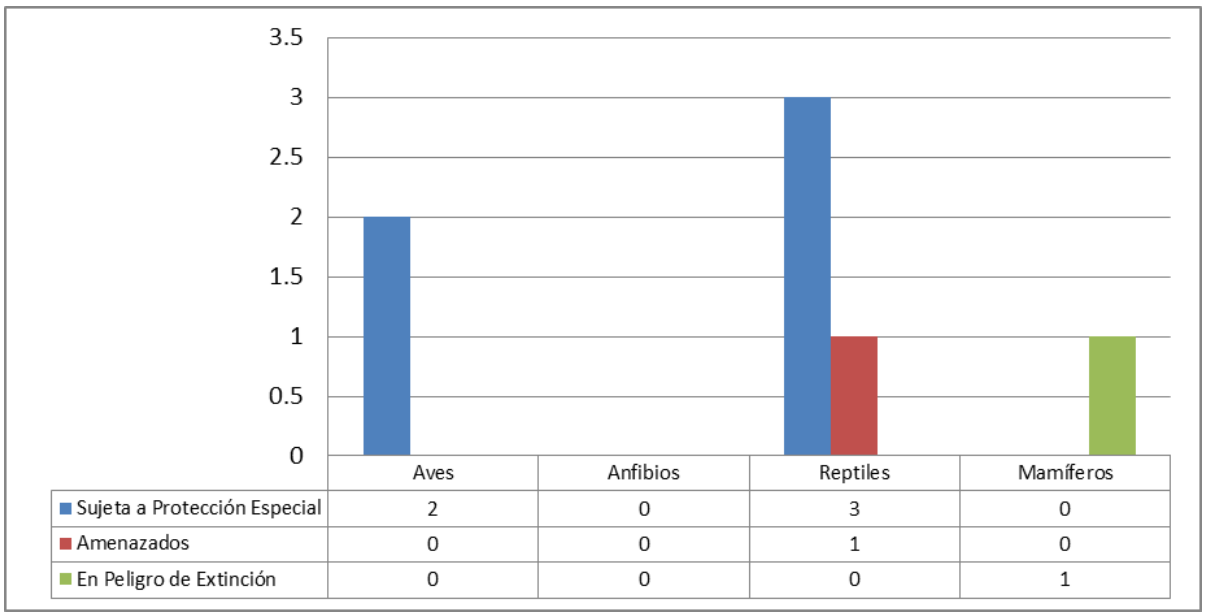


Gráfica 7. **Porcentaje de representatividad de los grupos faunísticos en la probable ocurrencia**

IV.3.2.1.1 Especies dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

7 especies se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo diferentes categorías. Para el grupo de la ornitofauna, 2 especies tienen estatus en dicha Norma, mientras que para los mamíferos fue 1 y para los reptiles 4, grupo con mayor cantidad, puesto que los anfibios no tuvieron.

Dentro de las categorías mencionadas en la Norma Oficial, las especies solo abarcaron tres, donde la Sujeta a Protección Especial (Pr) fue la que obtuvo más cantidad, 5 especies, quedando en el segundo puesto las Amenazadas (A) y En Peligro de Extinción (P) con una en ambos casos. Las aves y reptiles fueron los grupos con categoría Pr, teniendo 2 y 3 especies respectivamente; mientras que, solo los reptiles tuvieron una especie dentro de la categoría A, así como los mamíferos fueron el grupo que tuvo una especie en P.



	Aves	Anfibios	Reptiles	Mamíferos
Sujeta a Protección Especial	2	0	3	0
Amenazados	0	0	1	0
En Peligro de Extinción	0	0	0	1

Gráfica 8. **Categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en que se encuentran las especies de probable ocurrencia**

Específicamente, las especies de mayor riesgo dentro de la probable ocurrencia encontrada son las que se ubicaron en la categoría de En Peligro de Extinción, cuya especie fue *Panthera onca* de la familia Felidae. Este mamífero tiene varias amenazas, cuando el hábitat del Jaguar se ve fragmentado o deteriorado, la disminución en la disponibilidad de sus presas puede hacer que migre o busque presas alternativas, como los animales domésticos; en represalia por la pérdida de ganado, los felinos suelen ser cazados o envenenados, originando lo que se denomina conflicto humano-jaguar. La degradación, modificación y fragmentación de su hábitat, así como la caza ilegal tanto de jaguares como de sus presas son las principales causas de la disminución en sus poblaciones (López-González & Brown, 2002; Rosas-Rosas & Núñez, 2014).

Tabla 29. **Especies de probable ocurrencia que se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**

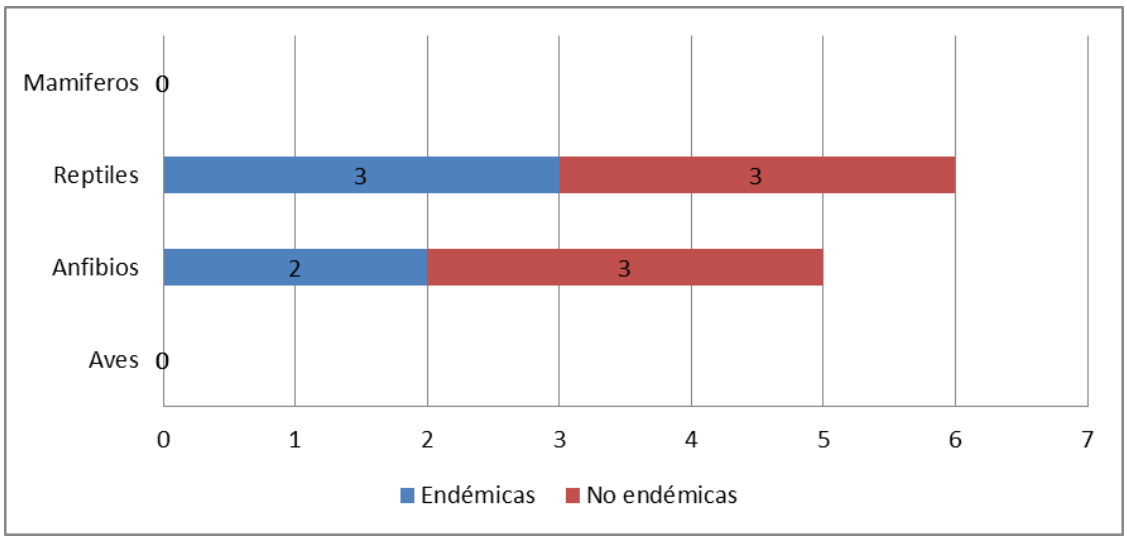
Grupo	Orden	Familia	Especie	NOM	Endemismo
Aves	Passeriformes	Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Pr	Ne
	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Pr	Ne
Reptiles	Squamata	Anguidae	*Abronia gadovii*	Pr	E
	Squamata	Colubridae	*Imantodes cenchoa*	Pr	Ne
	Squamata	Colubridae	*Thamnophis cyrtopsis*	A	Ne
	Squamata	Viperidae	*Crotalus molossus*	Pr	Ne
Mamíferos	Carnivora	Felidae	*Panthera onca*	P	Ne
NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr = Sujeta a Protección Especial; A= Amenazada; P = En Peligro de Extinción. Endemismo: Ne = No endémica; E = Endémica					

IV.3.2.1.2 Distribución restringida

Este aspecto en todos los grupos faunísticos es relevante, pues es imperante también proteger las especies que solo se distribuyen en ciertas áreas específicas.

Para las especies endémicas de México según la probable ocurrencia, solo dos grupos tuvieron este tipo de especies, los reptiles y anfibios, algo comprensible dada la movilidad y distribuciones restringidas que tiene la herpetofauna. 3 especies de reptiles son exclusivas del país (*Abronia gadovii*, *Sceloporus aureolus* y *Holcosus undulatus*); por su parte, 2 anfibios también se consideran endémicos (*Incilius occidentalis* y *Craugastor mexicanus*).

Cabe señalar, que para la ornitofauna, en este aspecto tiene otras dos clasificaciones, cuasiendémicas y semiendémicas, de las cuales una especie es la primera (*Momotus mexicanus*) y otra es la segunda (*Setophaga nigrescens*), resultando también una como exótica (*Passer domesticus*).



Gráfica 9. **Número de especies endémicas de probable ocurrencia por grupo faunístico**

IV.3.2.2 Metodología para el levantamiento de datos (muestreos)

Los inventarios de fauna en zonas donde se desarrollará una infraestructura tienen como meta conocer la distribución, riqueza y abundancia de las poblaciones silvestres, con el objetivo de relacionarlos con el impacto causado por las actividades humanas para prevenir cambios no deseados, o bien, para modificar acciones en caso de detectar tendencias no esperadas (León-Cortés *et al*., 2010). Esto es de suma importancia, pues conociendo lo que se puede afectar, las medidas que se proponen pueden ser más precisas, centradas y dirigidas, ayudando a la conservación del factor o factores objetivos, que en este caso particular, es la fauna silvestre.

Dicho esto, se realizó levantamiento de datos (muestreos) los días 18, 19 y 20 de noviembre del año 2022, caracterizando tanto el Área del Proyecto como el Área de Influencia/Sistema Ambiental (AI/SA). Los grupos faunísticos objetivos fueron aves, anfibios, reptiles y mamíferos, utilizando la metodología y técnicas más apropiadas de acuerdo a los vertebrados, definiéndose que los transectos y puntos de conteo serían la mejor opción, dadas las características del lugar y los vertebrados.



Imagen 29. Área del Proyecto y Área de Influencia/Sistema Ambiental

Para el caso del AP, se recorrió la superficie completa al tratarse de un puente cuya área es mínima (0.1728 ha), ubicándose un transecto con una longitud de 450 m y un punto de conteo. Por su parte, en el Área de Influencia/Sistema Ambiental se optó, al ser un área mayor, a realizar 3 transectos (con longitudes variadas, 1,000 m, 1,500 m y 500 m) y 3 puntos de conteo, ubicándose cercanos al AP pero en sitios que la topografía permitiera recorrer para tener una caracterización de lo que podría afectar el proyecto incluso en su zona de influencia, la cual es poca dadas las características del proyecto.

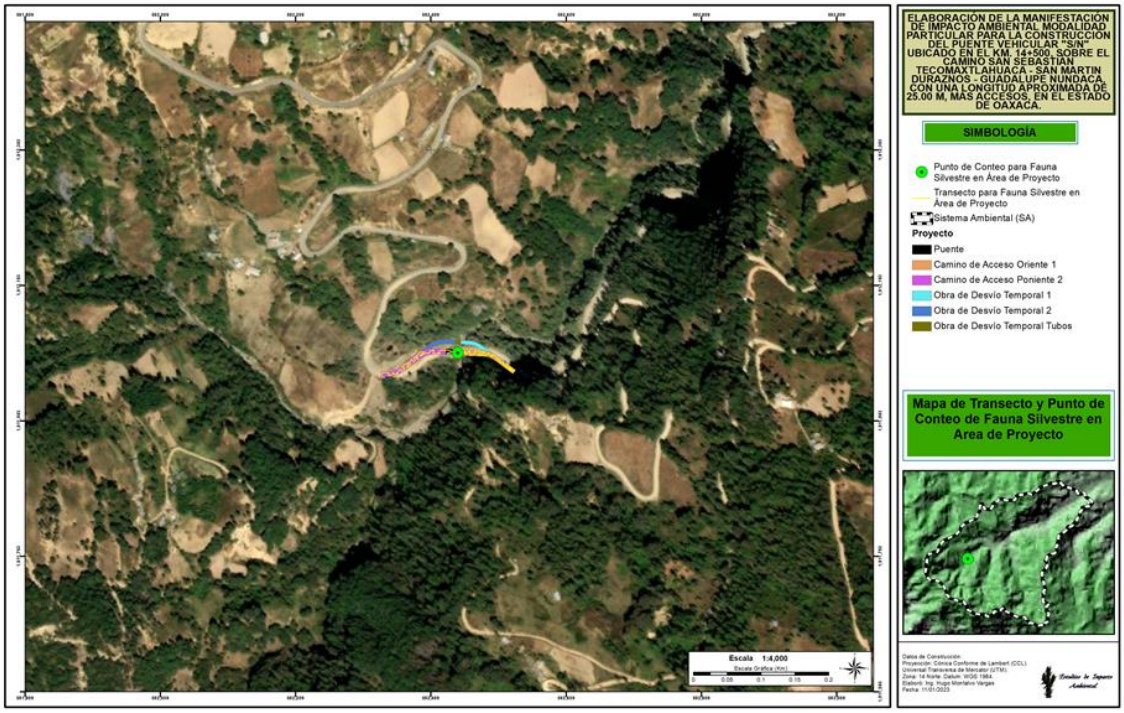


Imagen 30. Ubicación del transecto y punto de conteo dentro del AP

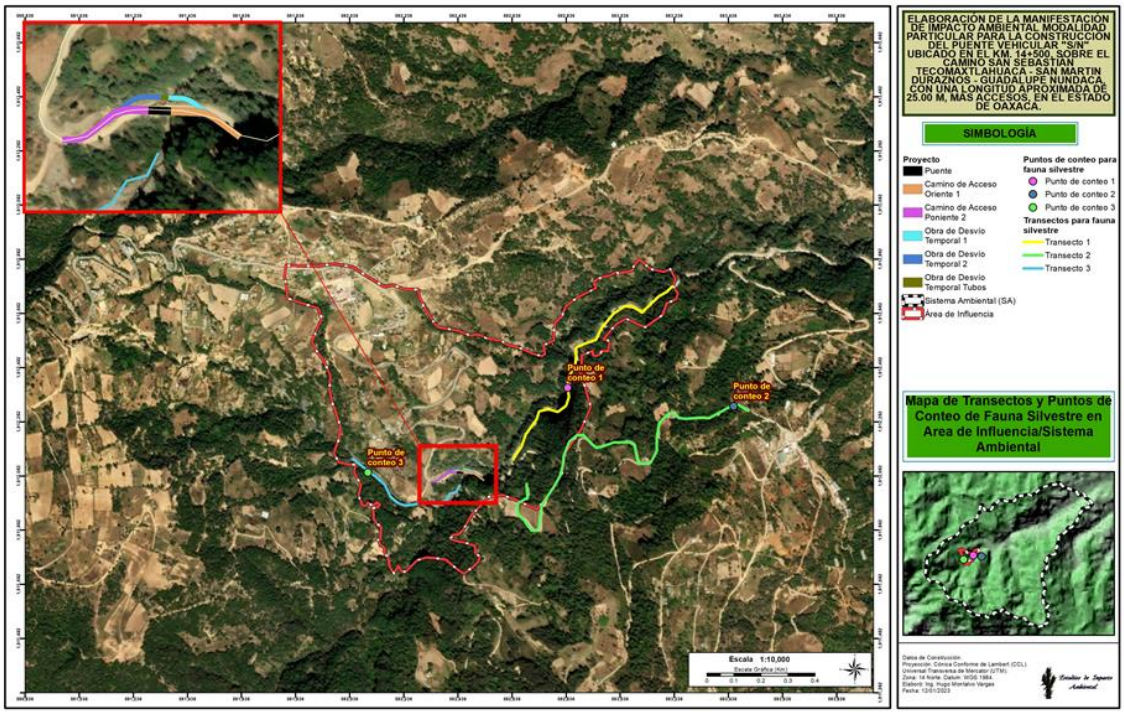


Imagen 31. Ubicación de los transectos y puntos de conteo dentro del AI/SA

Es importante señalar, que las coordenadas de cada sitio de muestreo se encuentran anexadas de modo digital en un archivo de formato Excel con el nombre de "Coordenadas de muestreo para fauna puente Oaxaca 14+500".

IV.3.2.2.1 Aves

Se tiene que optar por un combinado de dos técnicas que juntas proporcionen la mayor cantidad de registros tanto de abundancia como de riqueza de especies. Por ello, se emplearon los registros oportunistas en transectos y los puntos de conteo, muestreando en horarios de mayor actividad, puesto que en dichos momentos, se facilita y se asegura encontrar mayor cantidad de especies.

Los registros oportunistas en transectos son la forma más sencilla de censos, permiten que el observador genere una lista de las especies presentes en un hábitat, pues al recorrer lentamente una distancia determinada por un periodo determinado el observador puede obtener una lista de especies que pueden compararse entre hábitats. La forma en que se llevaron a cabo fue por medio de recorridos en transectos registrando todo lo visualizado durante el muestro de la ornitofauna y durante el muestreo de otros grupos, esto con el fin de registrar lo más posible.

Los puntos de conteo, se pueden utilizar en todo tipo de hábitats, pero su desventaja es desestimar la avifauna que pudiera estar más allá del radio establecido, como aves voladoras de mayor tamaño, por lo que esto se compensó al combinarla con la técnica anterior. Cada punto fue ubicado a una distancia mínima de 100 metros de otro, para garantizar independencia de registro y no contar doblemente; el tiempo del censo en cada punto fue de 20 minutos y se registró todo individuo visto y escuchado.



Imagen 32. Realización de un punto de conteo

IV.3.2.2.2 Herpetofauna

Por las características del proyecto, se necesitó una técnica que permitiera buscar minuciosamente estos organismos, los cuales son muy sensibles a los cambios de sus microhábitats y, al mismo tiempo, son complicados de registrar. Por esta razón, la técnica de inspección por encuentro visual es el método que se usó adecuándola tanto a los anfibios como a los reptiles, efectuándose durante diferentes horas, abarcando los horarios de mayor actividad de las especies, es decir, de 7:00 a 10:00 horas y de 16:00 a 19:00 horas.

La aplicación de la técnica consistió en recorridos con búsqueda de individuos en transectos con un visual de hasta 2 metros de altura en la vegetación (Heyer *et al*., 1994); esto con el fin de registrar a todo tipo de herpetofauna, terrestre y arborícola, por lo que se inspeccionó todo microhábitat existente donde pudieran presentarse.

Algo que es importante considerar para la herpetofauna es que los anfibios son dependientes de la humedad para sobrevivir y reproducirse, mientras que los reptiles por su piel cubierta de escamas queratinizadas y su reproducción por medio del huevo amniota presentan mayor independencia de esta variable ambiental (Vargas-Salinas & Bolaños, 1999). Por consiguiente y, dado que se trata de la construcción de un puente, es necesario una búsqueda más intensa de los anfibios en y cercana al cuerpo de agua referente al cauce, ya que este grupo es altamente dependiente del agua. Por su parte, al ser los reptiles organismos ectotérmicos, sus hábitos y conductas dependen en gran medida de las condiciones ambientales y climáticas de los lugares donde se encuentran, por lo que siempre es de ayuda recordar esto, ya que al termorregular, los individuos tienden a estar más tranquilos y aletargados, permitiendo visualizarlos y en ocasiones capturarlos con mayor facilidad. Nos obstante, no solo se buscaron los reptiles en estos momentos o sitios, sino que se tomaron en cuenta todo lugar que utilizan en sus actividades, como es sobre ramas, rocas, paredes de piedra, debajo de hojarasca, troncos caídos, entre grietas, madrigueras etc., caso igual a los anfibios, los cuales aunque el muestreo se aleje de cuerpos de agua, igualmente serán buscados, habiendo especies que pueden moverse y alejarse de los mismos.



Imagen 33. Inspección por encuentro visual en los microhábitats en campo

IV.3.2.2.3 Mamíferos

La mastofauna son vertebrados con una amplia variedad de tamaños y conductas, así como características particulares que conllevan una complicación en su estudio, y por consiguiente, en su registro, no siendo suficiente la aplicación de un método para abarcar tanta variedad, lo que denotó en la utilización de métodos directos e indirectos para la caracterización en las áreas objetivos. Las técnicas de observación directa e indirecta permiten obtener datos para estimar la abundancia de algunas especies; sin embargo, la observación directa aporta datos más confiables, por lo tanto, la selección debe inclinarse hacia esta técnica, aunque lo más recomendable, como se mencionó, es la

aplicación de ambas técnicas para poder realizar comparaciones o complementar resultados (Bautista-Zúñiga *et al.*, 2011).

En primera instancia, los métodos directos se basaron en, valga la redundancia, la observación directa de los mamíferos, convirtiendo a estos métodos en un registro inequívoco de la presencia del organismo; al ser esta la descripción, lo que se hizo fue una búsqueda por medio de recorridos por transectos. Como segunda opción de este tipo de métodos, se aplicó el trampeo, técnica más enfocada a los mamíferos pequeños; para la captura se instalaron trampas tipo Sherman (para mamíferos pequeños) en los transectos recorridos, las cuales fueron cebadas con avena, esencia de vainilla y crema de cacahuate; se colocaron a una distancia de 5 a 10 metros de separación una de otra y fueron puestas a las últimas horas del atardecer, para ser revisadas a las primeras horas del amanecer.



Imagen 34. Colocación de una trampa tipo Sherman en campo

En cuanto a los métodos indirectos, estos fueron de gran ayuda, pues no ocupan de tener un avistamiento tan presencial de los individuos, siendo suficiente encontrar rastros de estos, los cuales permiten inferir que habitan o se movilizan por el sitio. Por consiguiente, lo que se efectuó fueron recorridos en transectos con una búsqueda de todo rastro dejado por la mastofauna, huellas, excretas, restos orgánicos (huesos, pelos, cadáveres, etc.) y madrigueras, siendo importante no dejar pasar ninguna evidencia. Complementando estos métodos, se hizo uso del fototrampeo, siendo una herramientas confiable y muy utilizado para hacer levantamientos de mamíferos nocturnos, crípticos o que tienen densidades muy bajas, haciendo difícil su observación (Moraes Tomas & de Miranda, 2003; Trolle & Kéry, 2005); cada estación de muestreo consistió en una cámara trampa digital que fue fijada a un árbol a una altura aproximada de 50 cm del suelo y a 3 m de distancia de donde se pensaba cruzarían los vertebrados, de modo que las fotografías mostraran al animal completo; el equipo se revisó al final del muestreo.



Imagen 35. Colocación de una fototrampa en campo

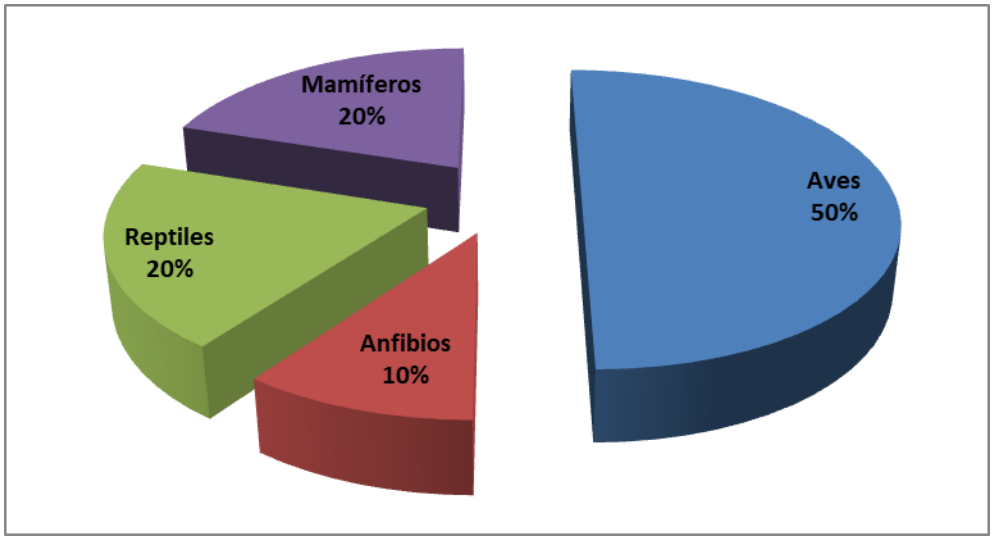
IV.3.2.3 Resultados del registro en campo

Finalmente, se encontró que en total para las áreas del AP y AI/SA hubo 10 especies y 20 individuos de abundancia. La riqueza específica (S) más alta fue para las aves las cuales obtuvieron 5 especies, es decir, el 50% de lo registrado; luego se ubicaron dos grupos, reptiles y mamíferos, puesto que se registraron 2 especies en ambos casos, lo que significó el 20% cada uno; dejando a los vertebrado más sensibles que son los anfibios, con la S más baja, encontrándose solo a una especie, lo que les dio el 10% de representatividad.

Referente a la abundancia, también la ornitofauna fue el grupo más registrado con 14 individuos; muy por debajo se encontraron los demás grupos, empezando por los reptiles con 3 individuos registrados; luego los mamíferos con la cantidad de 2 individuos; para quedar de nueva cuenta al final los anfibios, ya que solo se registró un individuo.

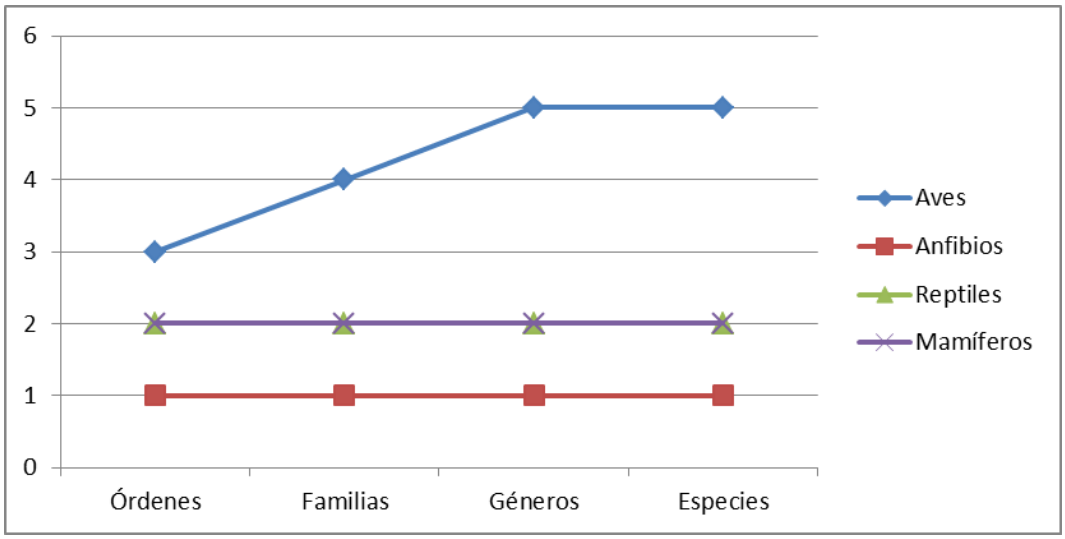
Tabla 30. **Riqueza específica (S) y abundancia total de las especies registradas en campo de los diferentes grupos faunísticos (AP y AI/SA)**

Grupo	Riqueza específica (S)	Abundancia
Aves	5	14
Anfibios	1	1
Reptiles	2	3
Mamíferos	2	2
Total	**10**	**20**



Gráfica 10. **Porcentaje de los grupos faunísticos registrados en campo**

Analizando la taxonomía de las especies encontradas, la composición de la fauna silvestre en campo fue de 8 órdenes, 9 familias, 10 géneros y 10 especies dentro de 4 clases. De manera más particular, las aves abarcaron a 3 órdenes, 4 familias, 5 géneros y 5 especies; los reptiles y mamíferos tuvieron 2 órdenes, 2 familias, 2 géneros y 2 especies; y los anfibios, que al ser solo una especie registrada, solo se compuso por un orden, una familia y un género.



Gráfica 11. **Composición de los grupos faunísticos registrados en campo**

En cuanto a los resultados y análisis de la fauna silvestre registrada en campo, los detalles están vertidos y adjuntados en el anexo digital en formato Excel con el nombre de "Fauna silvestre, registros en campo y probable ocurrencia Puente Oaxaca 14+500".

IV.3.2.3.1 Aves

Se lograron registrar un total de 5 especies y 14 individuos. De esta cantidad, 3 especies se registraron en el Área del Proyecto y las 5 especies en el Área de Influencia/Sistema Ambiental, lo que significó

que 2 aves solo se observaron exclusivamente en el AI/SA, *Pyrocephalus rubinus* y *Toxostoma curvirostre*. Asimismo, de los 14 individuos registrados, 4 se encontraron en el AP y 10 en el AI/SA, siendo evidente la diferencia de las abundancias en ambas áreas, puesto que se registró poco más del doble en el AI/SA.

De la ornitofauna avistada, la especie que obtuvo más registros en el Área del Proyecto fue el zopilote aura (*Cathartes aura*) con 2 individuos registrados, pues las otras dos especies que se encontraron en esta área únicamente fueron avistadas una vez. Para el Área de Influencia/Sistema Ambiental el ave más abundante que se observó fue también *Cathartes aura* con 5 individuos, seguida del papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*) con 2 individuos, mientras que las otras 3 especies se registraron en una ocasión.

Pensando en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 para este grupo, ninguna de las especies se ubica en la lista, lo que significa que sus poblaciones están estables y no tienen problemas de conservación. Igualmente para su distribución, no se encontraron especies endémicas de México, pero en lo que se refiere a la residencia, 2 de las especies son migratorias en invierno y 4 son residentes, es decir el 40% y 80% del total respectivamente.

Tabla 31. **Aves registradas en campo dentro del AP y del AI/SA**

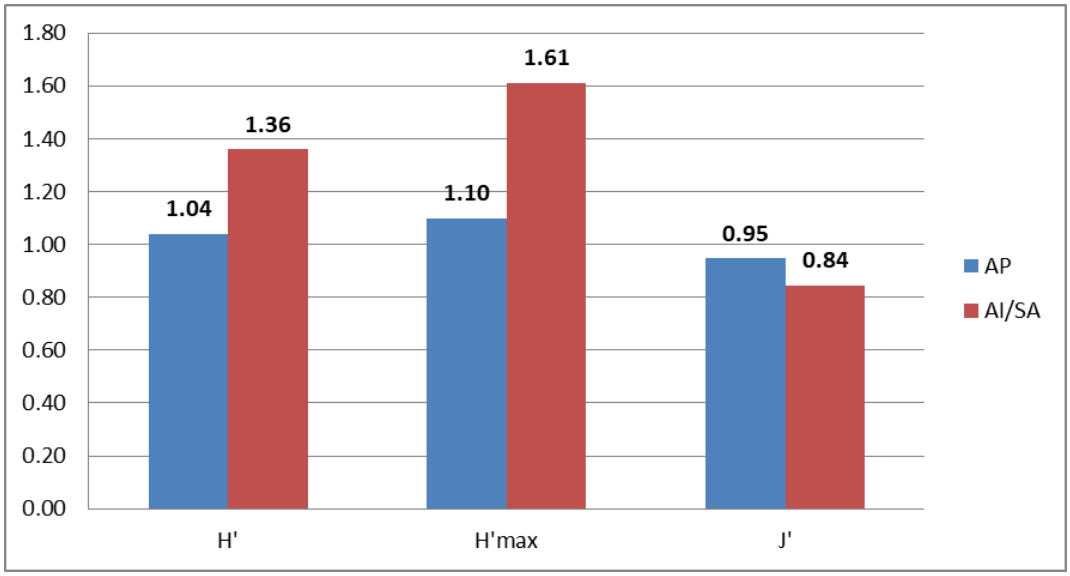
Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	Endemismo	Residencia	Organismos en AP	Organismos en AI/SA
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Sc	Ne	R	2	5
Apodiformes	Trochilidae	*Selasphorus rufus*	Zumbador canelo	Sc	Ne	MI	1	1
Apodiformes	Trochilidae	*Saucerottia beryllina*	Colibri berilio	Sc	Ne	R	1	1
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	Sc	Ne	MI,R	0	2
Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	Sc	Ne	R	0	1
Total	**5 especies total - 3 especies AP - 5 especies AI/SA**						**4**	**10**

AP: Área del Proyecto. AI/SA: Área de Influencia/Sistema Ambiental. NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría. Endemismo: Ne = No endémica. Residencia: MI = Migratoria en invierno; R: Residente

El análisis estadístico mostró que para la diversidad en el grupo de las aves, el AI/SA tuvo mayor valor en comparación con el AP, puesto que la H' de la primer área fue de 1.36, mientras que de la segunda fue de 1.04, lo que se esperaba, dados los resultados obtenidos de riqueza y abundancia mayores en el AI/SA. Por su parte, el caso es contrario al referirse al índice de Pielou, pues en el AP se obtuvo un valor de 0.95, lo que significó más homogeneidad en la composición, teniendo con abundancias semejantes, lo que no representa al AI/SA, donde la J' fue de 0.84, es decir, un valor bajo que indica que hay especies más abundantes que otras.

Tabla 32. **Resultados de los análisis estadísticos para las aves**

Estadístico	AP	AI/SA
Índice de Shannon-Wiener (H')	1.04	1.36
Diversidad máxima esperada (H'max)	1.10	1.61
Índice de Pielou (J')	0.95	0.84



Gráfica 12. **Comparación de la diversidad, diversidad máxima y equidad de aves en el AP y SA**

IV.3.2.3.2 Anfibios

El registro de los anfibios fue de una especie y un individuo en total. El individuo de esta, el sapo de los pinos (*Incilius occidentalis*), fue encontrado exclusivamente en el Área del Proyecto, sin ser registrado en el Área de Influencia/Sistema Ambiental. Sin embargo, no se descarta que a lo largo del cauce, ya dentro del AI/SA, se distribuyan individuos de esta especie.

Este único anfibio avistado no tiene vulnerabilidad en su medio natural, lo que significa que no está enlistado en la Norma Oficial Mexicana NOM059-SEMARNAT-2010. En contraste, es un anuro que se encuentre solamente en el país, siendo endémico.

Tabla 33. **Anfibio registrado en campo dentro del AP y del AI/SA**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	Endemismo	Organismos en AP	Organismos en AI/SA
Anura	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	Sc	E	1	-
Total	**1 especie total - 1 especie AP - 0 especies AI/SA**					**1**	**-**

AP: Área del Proyecto. AI/SA: Área de Influencia/Sistema Ambiental. NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc: Sin categoría. Endemismo: E = Endémica

No se sacó análisis estadístico para este grupo por motivos de registros, pues solo se encontró un individuo de una especie, lo que hace imposible sacar la diversidad y equidad.

IV.3.2.3.3 Reptiles

Para este grupo, se logró registrar a 2 especies, mismas que tuvieron un total de 3 individuos registrados. De estos reptiles, una especie se registró en el AP y las dos en el AI/SA, concluyendo en que una fue exclusiva de la segunda área, *Abronia gadovii*. Concerniente a la abundancia, difirió muy poco, dado que en el Área del Proyecto se registró a un individuo y en el Área de Influencia/Sistema Ambiental se registraron a 2.

En el aspecto de la especie más representativa, en el AP al solo registrarse un reptil, la lagartija lagarto de la Sierra Madre del Sur (*Abronia gadovii*), no hay otra opción. Caso un tanto similar en el AI/SA, ya que a pesar de que se registraron dos especies (*Abronia gadovii* y *Sceloporus aureolus*), las dos se avistaron en una ocasión, por lo que son igualmente representativas.

Pensando en las especies que se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la búsqueda dio como resultado que ninguno de los reptiles registrados se encuentra en algún estatus, por lo que están Sin categoría. Asimismo, la distribución de estas especies muestra que una se puede localizar más allá de las fronteras mexicanas, contrario a *Sceloporus aureolus*, lagartija de la familia Phrynosomatidae que es endémica.

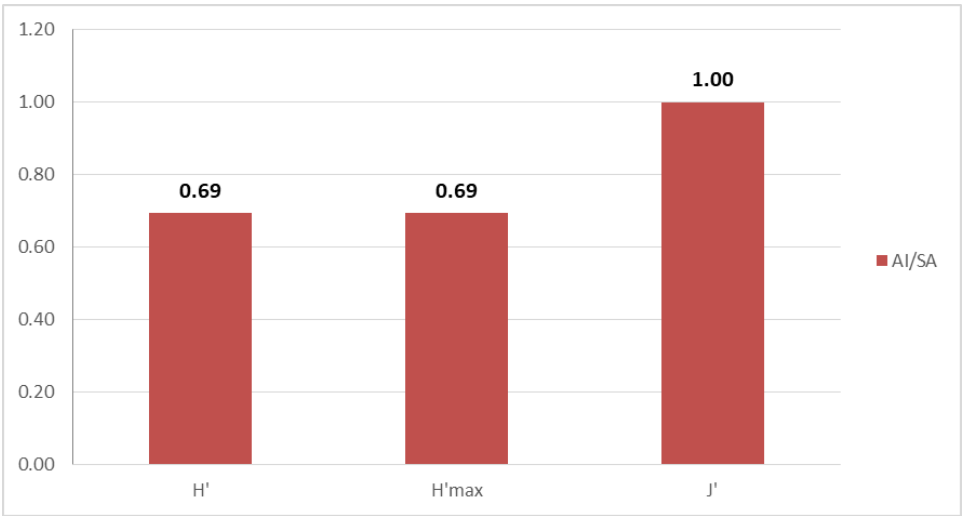
Tabla 34. **Reptiles registrados en campo dentro del AP y del AI/SA**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	Endemismo	Organismos en AP	Organismos en AI/SA
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus aureolus*	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	Sc	E	1	1
Squamata	Anguidae	*Abronia gadovii*	Lagartija lagarto de la Sierra Madre del Sur	Sc	Ne	-	1
Total	**2 especie total - 1 especie AP - 2 especies AI/SA**					**1**	**2**
AP: Área del Proyecto. AI/SA: Área de Influencia/Sistema Ambiental. NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc: Sin categoría. Endemismo: Ne = No endémica; E = Endémica							

Para la diversidad de las áreas de interés, de acuerdo a los resultados, no fue posible aplicar el índice de Shannon-Wiener para el Área del Proyecto debido a que se registró a una especie, por lo que solo se muestran los análisis del Área de Influencia/Sistema Ambiental, donde la H' fue de 0.69. Consecuentemente, se obtuvo una equidad perfecta en el AI/SA, lo que quiere decir que la abundancia de todas las especies registradas es igual, o lo que es lo mismo, hay homogeneidad en su composición.

Tabla 35. **Resultados de los análisis estadísticos para los reptiles**

Estadístico	AP	AI/SA
Índice de Shannon-Wiener (H')	-	0.69
Diversidad máxima esperada (H'max)	-	0.69
Índice de Pielou (J')	-	1.00



Gráfica 13. **Diversidad, diversidad máxima y equidad de reptiles en el AI/SA**

IV.3.2.3.4 Mamíferos

Con base en los muestreos, se pudo registrar a 2 especies y 2 individuos en total, donde se observa que ninguna especie fue registrada en el AP, los dos mamíferos solo fueron registrados en el AI/SA. De esta manera, la abundancia también se concentró únicamente en el AI/SA, logrando esos dos individuos.

No hay una especie más representativa, o también se podría decir que ambas lo son, dado que sus abundancias concuerdan en un individuo registrado para ambos mamíferos, el tlacuache ratón gris (*Tlacuatzin canescens*) y el cacomixtle (*Bassariscus astutus*).

Todos los mamíferos encontrados no se encuentran enlistados en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo especies comunes en medio natural, donde incluso *Bassariscus astutus* es altamente adaptable a las perturbaciones antropogénicas. Por su lado, la información de la distribución y registros del mamífero *Tlacuatzin canescens*, muestran su estatus de especie endémica de México.

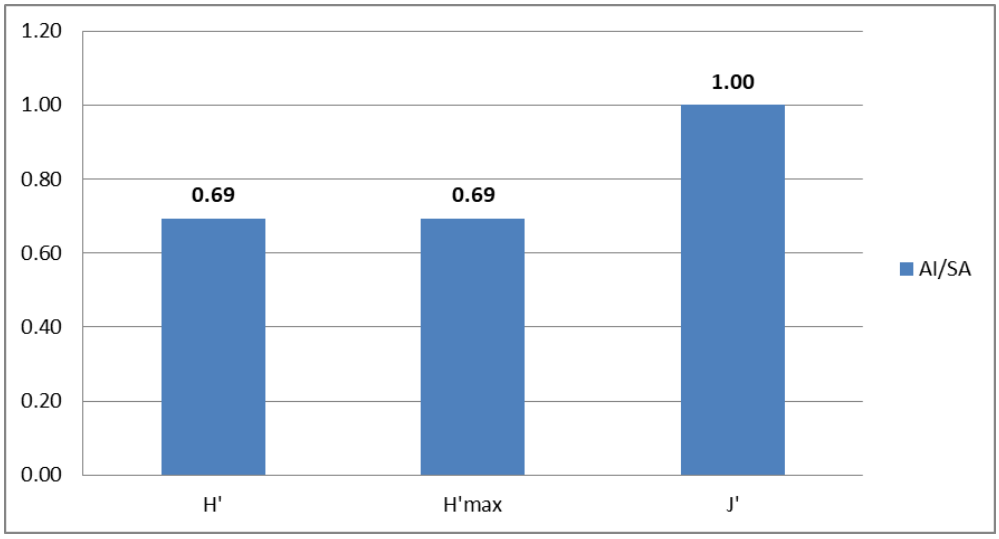
Tabla 36. **Mamíferos registrados en campo dentro del AP y del AI/SA**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	Endemismo	Organismos en AP	Organismos en AI/SA
Didelphimorphia	Didelphidae	*Tlacuatzin canescens*	Tlacuache ratón gris	Sc	E	-	1
Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle	Sc	Ne	-	1
Total	**2 especie total - 0 especie AP - 2 especies AI/SA**					**-**	**2**
AP: Área del Proyecto. AI/SA: Área de Influencia/Sistema Ambiental. NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc: Sin categoría. Endemismo: Ne = No endémica							

Como se mostró en los registros de estos vertebrados, se logró apreciar que solamente se pudo analizar la diversidad del AI/SA, debido a que no se encontraron mamíferos en el AP, por lo que la diversidad encontrada en la primera área fue de 0.69. Igualmente, la equitatividad de las especies fue la más alta, teniendo un valor de J' de 1.00, lo que para este índice es una homogeneidad perfecta de las especies, no habiendo mamíferos más abundantes que otros.

Tabla 37. **Resultados de los análisis estadísticos para los mamíferos**

Estadístico	AP	AI/SA
Índice de Shannon-Wiener (H')	-	0.69
Diversidad máxima esperada (H'max)	-	0.69
Índice de Pielou (J')	-	1.00



Gráfica 14. **Diversidad, diversidad máxima y equidad de mamíferos en el AI/SA**

IV.3.2.4 Especies de fauna dentro de la Norma Oficial Mexicana

La necesidad de saber la vulnerabilidad de las especies y las poblaciones que se ubican en el Área del Proyecto (AP) y en el Área de Influencia/Sistema Ambiental (AI/SA) reside en el hecho de conocer el impacto que hará la obra en la fauna silvestre, especialmente a las especies con mayor riesgo. Por ello, se buscó el estatus de conservación de las especies bajo los criterios de la Norma Oficial Mexicana para la Protección de la Flora y la Fauna Silvestre (NOM-O59- SEMARNAT-2010).

La fauna mexicana que se encuentra en riesgo está agrupada en cuatro categorías:

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E): Aquellas especies nativas cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- En Peligro de Extinción (P): Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- Amenazadas (A): Aquellas que están en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se siguen presentando los factores como modificación del hábitat, que pueden ocasionar una disminución en su viabilidad biológica.
- Sujetas a Protección Especial (Pr): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que disminuyan su viabilidad biológica, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y su conservación.

De las especies registradas en ambas áreas de interés, se pudo confirmar que ninguna se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo, por lo que la afectación a especies vulnerables por motivos de la construcción del puente no se llevará a cabo, no obstante, se propondrán medidas de mitigación para que de darse el caso de encontrar alguna especie bajo algún estatus de riesgo, no se afecte de ninguna manera, considerándolas prioridad.

IV.3.2.5 Afectación del proyecto hacia la fauna silvestre

Todo proyecto carretero, lo que incluye puentes, conlleva impactos inherentes en su construcción y funcionamiento, especialmente si son muy largos o anchos, con mucho tráfico y con velocidades altas, convirtiéndose en infraestructuras que afectan a la fauna silvestre de múltiples maneras, como es la fragmentación, el efecto barrera, la modificación del hábitat, atropellamientos de individuos, contaminación, etc. Por ello, en este caso particular, se debe planificar y estudiar las áreas por donde cruzará y se situará el puente, comprendiendo de manera general y particular todo lo que implicará ambientalmente hablando la implementación de esta obra, lo que permitirá tener una base que ayude a proponer mejor las medidas mitigatorias y con esto lograr que la estructura sea más amigable con el medio en donde se colocará.

Dicho lo anterior, se realizó un análisis de los impactos que el proyecto tendrá en la fauna silvestre de la zona, resumiéndose en 4 importantes que se desglosan:

- Pérdida y modificación del hábitat.
- Fragmentación del hábitat.
- Posibilidad de pérdida de individuos de fauna silvestre.
- Afectaciones indirectas.

Una vez comprendido esto, permitió saber la o las afectaciones y, por consiguiente, lograr evitarlas y/o disminuirlas.

IV.3.2.5.1 Pérdida y modificación del hábitat

Como primer afectación hacia la fauna, la pérdida y modificación de su hábitat ocurrirá puesto que se realizarán acciones que removerán la vegetación en el Área del Proyecto planteado para la construcción del puente (0.1728 ha); esto será más específicamente en la primera etapa, cuando se efectúa el desmote y despalme, que, aunque solamente se trata de vegetación ruderal, hay especies de vertebrados que pueden ocupar este tipo de vegetación como ámbitos hogareños, que es donde será más específica la pérdida de hábitat, pues la superficie del AP abarca también el camino y puente existente.

Algo a considerar también es la obra de desvío provisional, ya que al momento de su construcción, igualmente se removerá vegetación, pero en este caso es de tipo ruderal con individuos aislados de Bosque de Encino, por lo que está en mejores condiciones que el AP, sin llegar a ser forestal. Sin embargo, la construcción de este camino temporal, desproveerá a la fauna silvestre de una superficie de 0.0543 ha de hábitats que utilizan como refugios, sitios de percha, lugares de alimentación etc. Para este caso, lo importante que la afectación será temporal, solamente durante la construcción del puente, pues una vez terminada la obra, se retirará dicho camino y se rehabilitará a como estaba previo a su uso.

IV.3.2.5.2 Fragmentación del hábitat

La pérdida de vegetación o hábitat consecuentemente ocasiona fragmentación del mismo, de este modo, al realizarse el proyecto, con una mejor estructura, permitirá que los vehículos circulen por ahí y con ello una fragmentación y efecto barrera a las especies que se encuentran en la zona. Pensando en esto, es importante considerar que la fragmentación por razones de la construcción del

puente no serán significativas, dado que actualmente ya existe un puente, lo que significa que este impacto ya existe y se creó al momento de la construcción de este (sumado a que las áreas cercanas también están fragmentadas), proporcionando el nuevo puente solo un pequeño aumento en este impacto, que incluso al analizar las características del presente proyecto, ambientalmente mejorará al modernizarlo e incluir medidas de mitigación. Además, la fragmentación y efecto barrera disminuyen al tratarse de un puente, donde la fauna silvestre puede cruzar por debajo, dando conectividad a ambos lados.

IV.3.2.5.3 Posibilidad de pérdida de individuos de fauna silvestre

Como toda obra constructiva, durante las acciones de la misma siempre hay posibilidad de afectar a los individuos de fauna por motivo de, por ejemplo, desmonte, despalme, movimiento de tierra, excavaciones, etc. pudiendo ser aplastados y/o atropellados, ocasionándoles heridas e incluso la muerte.

Aunado a eso, por el desconocimiento de los trabajadores respecto a las especies encontradas en el AP durante las jornadas laborales, estos podrían incurrir en malas prácticas ambientales. Es un hecho que las actividades ocasionarán que los trabajadores se crucen con fauna, pudiendo realizar acciones como la caza, colecta y comercialización de individuos.

Un impacto que se toma en cuenta en las infraestructuras viales en su etapa de funcionamiento es el atropellamiento de animales, no obstante, para el caso del puente, esto no es de preocupación, ya que su construcción y dimensiones, permitirán que los organismos crucen por debajo, especialmente durante épocas de secas.

IV.3.2.5.4 Afectaciones indirectas

Por lo que implica el proyecto, se considerarán dos afectaciones importantes en este aspecto, las cuales son la contaminación del hábitat por medio de diferentes tipos de residuos y la introducción de especies invasivas.

La contaminación del hábitat podrá suceder durante las dos primeras fases (preparación del sitio y construcción), por motivos de la misma obra con residuos de la construcción o negligencia de los trabajadores al contaminar ellos en áreas adyacentes donde hay vegetación o el cauce.

La introducción de especies invasivas también podría suceder por parte de los trabajadores, y debido a que habrá más tránsito de vehículos y personas por el área por motivos del puente mejorado y construido, lo que podría ocasionar el acercamiento de este tipo de especies, cuya característica les permiten soportar mejor los cambios antrópicos de su entorno. De igual forma, el área ya está perturbada, encontrándose viviendas en la zona cercana al proyecto, lo que aumenta el riesgo de esto.

IV.3.2.5.5 Mitigación de impactos

Se propondrán medidas de mitigación que tendrán que llevarse a cabo para que la afectación hacia la fauna silvestre se evite o se reduzca, siendo de obligación la implementación de las mismas. Se debió tomar en cuenta tanto las particularidades del proyecto como de los impactos ambientales, en este caso la fauna silvestre, para que cada medida funcione a la perfección. Para efectos más particulares, hay medidas que se dirigieron específicamente para la fauna silvestre, mientras que

otras ayudarán al hábitat que los animales utilizan para conservar este factor y la flora; asimismo, incluso otras medidas ayudarán para las afectaciones indirectas. A continuación, se exponen las medidas más importantes para la fauna silvestre y algunas que apoyarán con esta conservación:

- Rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre.
- Delimitación de los polígonos de afectación directa.
- Pláticas de concientización ambiental.
- Instalación de letreros y/o carteles informativos temporales.
- Reforestación y revegetación de la superficie ocupada por la obra de desvío provisional
- Restauración integral
- Manejo y disposición adecuada de diferentes tipo de residuos.
- Trabajos exclusivos en horario diurno.
- Limpieza de las áreas adyacentes al proyecto y de obras provisionales.
- Etc.

IV.4 Medio socioeconómico

El Sistema Ambiental (SA) delimitado podemos localizarlo principalmente dentro del municipio de San Sebastián Tecomaxtlahuaca (6871 Ha 93%) aunque también abarca una pequeña parte al sureste del municipio vecino de Santiago Juxtlahuaca (524 Ha 7%) El área del proyecto se encuentra dentro del municipio de San Sebastián Tecomaxtlahuaca por lo que este apartado de medio socioeconómico estará enfocado a este municipio ya que será beneficiando de manera directa e indirecta con la construcción del puente, San Sebastián Tecomaxtlahuaca colinda al noreste con el municipio de San Miguel Tequixtepec, al oeste con Santiago del Río, al suroeste con Coicoyán de las flores y al sureste con Santiago Juxtlahuaca.

El municipio de San Sebastián Tecomaxtlahuaca tiene una superficie de 230.9 km², lo que representa el 0.2% del territorio estatal de Veracruz, teniendo una densidad poblacional de 35.5 Hab/Km². Tiene un total de 58 localidades siendo las de mayor población San Sebastián Tecomaxtlahuaca con 2708 habitantes seguida de Guadalupe Nundaco con 456 habitantes y San Martin Duraznos con 413 habitantes. El municipio vecino que ocupa una pequeña parte del Sistema Ambiental (SA) tiene una superficie de 774.1 km² representando el 0.8% del territorio estatal (INEGI, Panorama sociodemográfico de México. Oaxaca: Censo de Población y Vivienda , 2020).

Tabla 38. **Características de los municipios que abarca el Sistema Ambiental**

Características	San Sebastián Tecomaxtlahuaca	Santiago Juxtlahuaca
Superficie	230.9 km²	774.1 km²
Superficie del territorio estatal	0.2	0.8%
Localidades	58	88
Densidad poblacional	35.5 hab/km²	44.9 hab/km²

IV.4.3.1 Datos demográficos

La población es de 8,192 habitantes, lo que representa el 0.2% de la población estatal. La composición por sexo de la población es de 47.7% hombres y 52.3 % mujeres, donde hay una relación de 91.2 de hombres-mujeres, es decir, por cada 100 mujeres existen 91 hombres. Además, la edad mediana de la población es de 29 años y el promedio de hijos nacidos vivos en mujeres de 15 a 49

años es de 1.7. En este municipio hay una razón de dependencia de 66.5, lo cual indica que existen 66 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad reproductiva (INEGI, Panorama sociodemográfico de México. Oaxaca: Censo de Población y Vivienda , 2020).



Gráfica 15. **Composición demográfica por sexo**

En cuanto a la población indígena el 27.37% de la población de San Sebastián Tecomaxtlahuaca habla alguna lengua indígena del cual 8.35% no habla español, siendo el Mixteco la lengua indígena más hablada con un 97.9% dejando al Triqui con un 1.1%. Cabe mencionar que el .98 % de la población se considera afromexicana/afrodescendiente. Se puede observar en el siguiente mapa que la distribución del Pueblo Mixteco ocupa gran parte del territorio Oaxaqueño incluyendo el municipio de San Sebastián Tecomaxtlahuaca (INPI, 2021).

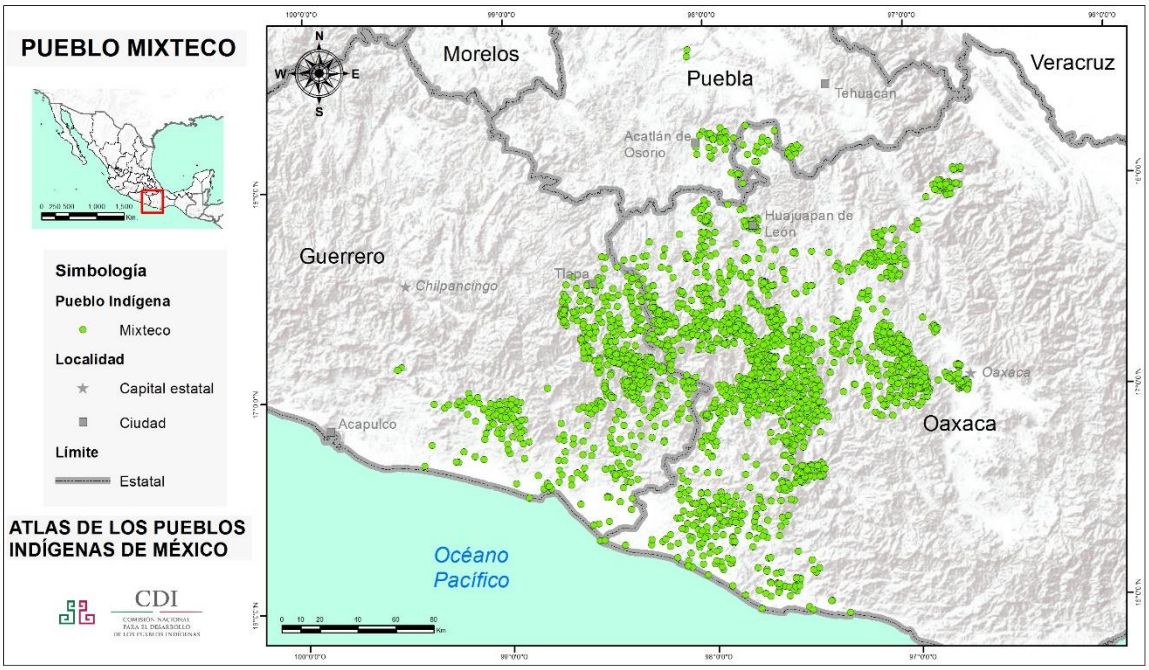


Imagen 36. Distribución del pueblo Mixteco en el estado de Oaxaca y sus estados vecinos.

IV.4.3.2 Características económicas

En el municipio, el 66.2% de la población de 12 años y más es económicamente activa (PEA), de la cual el 56.5% son hombres y el 43.5% mujeres. Por su parte, el 33.6% no es económicamente activa (PNEA), siendo en su mayoría personas dedicadas a los quehaceres del hogar (53.9%) seguido por los estudiantes con un (20.8%) (INEGI, Panorama sociodemográfico de México. Oaxaca: Censo de Población y Vivienda , 2020).

Tabla 39. **PEA y PNEA del municipio**

PEA (%)			PNEA
Población	**Hombres**	**Mujeres**	
66.2	56.5	43.5	33.6
PEA= Población económicamente activa. PNEA= Población no económicamente activa.			

De la población ocupada en el municipio, en mayor porcentaje son trabajadores agropecuarios con el 42.41%, seguidos de comerciantes y trabajadores en servicios diversos con el 29.40%, por lo que en su mayoría la población se dedica al sector primario (INEGI, Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca, 2017).

IV.4.3.3 Condiciones de servicios básicos

IV.4.3.3.1 Vivienda y disponibilidad de bienes y servicios

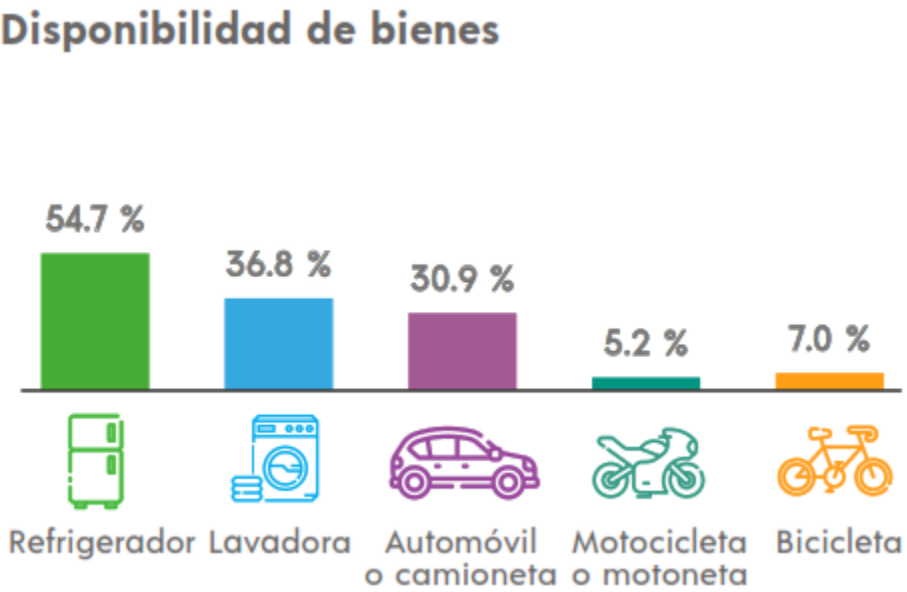
El total de viviendas particulares habitadas con las que cuenta San Sebastián Tecomaxtlahuaca es de 2,298, lo que representa el 0.2% del total estatal, de las que el promedio de ocupantes por vivienda

es de 3.6% y por cuarto es de 1.2%. En ellas, los servicios con los que disponen son mayormente servicio de sanitarios (94.7%) y electricidad (97.3%), mientras que en menor proporción drenaje (81.3%) y agua entubada (31.4%). De igual forma, el 18.4% de las viviendas tienen pisos de tierra. (INEGI, Panorama sociodemográfico de México. Oaxaca: Censo de Población y Vivienda , 2020).

Tabla 40. **Viviendas particulares habitadas y disponibilidad de servicios en ellas en el municipio**

Viviendas particulares habitadas	Agua entubada (%)	Drenaje (%)	Servicios sanitarios (%)	Electricidad (%)
2,298	31.4	81.3	94.7	97.3

En cuanto a la disponibilidad de bienes, la población cuenta más con refrigerador y lavadora en sus hogares (54.7 y 36.8% respectivamente), teniendo en menor proporción automóvil (30.9%) y motocicletas (5.2%). Referente a las tecnologías, se tienen más teléfonos celulares (65.6%) que computadoras (7.9%) (INEGI, Panorama sociodemográfico de México. Oaxaca: Censo de Población y Vivienda , 2020).



Gráfica 16. **Disponibilidad de bienes en el municipio**

IV.4.3.3.2 Salud

En el municipio el 66.9% de la población está afiliada algún servicio de salud, teniendo el mayor porcentaje el INSABI con el 84.4%, seguido del IMSS con el 5.9%, para luego seguir otras instituciones como el ISSSTE el 5.2% o el IMSS Bienestar con 3.9%. Es importante mencionar que el 8.3% de la población de San Sebastián Tecomaxtlahuaca tiene alguna discapacidad siendo las personas de 60 años y más las que indican un mayor porcentaje (INEGI, Panorama sociodemográfico de México. Oaxaca: Censo de Población y Vivienda , 2020).

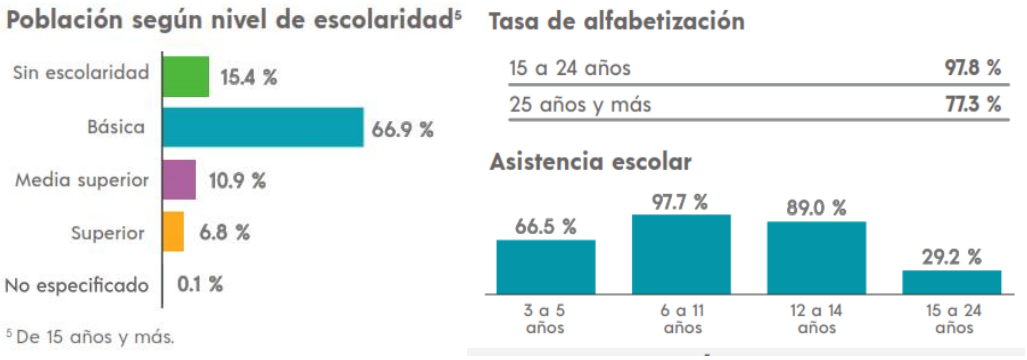


Gráfica 17. **Porcentaje de afiliación en algún servicio de salud en el municipio**

Además, para proporcionar servicio de salud, San Sebastián Tecomaxtlahuaca cuenta con un personal médico de 5 personas del sector público **(INEGI, Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca, 2017)**.

IV.4.3.3.3 Educación

La tasa de alfabetización de personas de 15 a 24 años en el municipio es del 97.8%, mientras que de personas de 25 años y más es de 77.3%, siendo el porcentaje de escolaridad de la población de 15 años y más en su mayoría de nivel básico (66.9%). Esto puede ser debido a la asistencia escolar, ya que en los jóvenes de 3 a 5 años es de 66.5%, de jóvenes de 6 a 11 años es de 97.7%, de jóvenes de 12 a 14 años es de 89.0%, y disminuye en gran medida en los jóvenes de 15 a 24 años, siendo el 29.2% (INEGI, Panorama sociodemográfico de México. Oaxaca: Censo de Población y Vivienda , 2020).



Gráfica 18. **Características educativas del municipio**

La infraestructura educativa de este municipio es de 40 planteles, 120 aulas y 111 anexos que comprenden oficinas administrativas, dirección, prefectura, supervisión de zona, aulas de actividades académicas, orientación vocacional, parcela escolar, sala audiovisual, sala de cómputo, asta bandera y otros (INEGI, Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca, 2017).

IV.4.3.4 Indicador de marginación y rezago social

El Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020) definió a la marginación como un proceso "estructural en relación al desarrollo socioeconómico alcanzado por nuestro país", que dificulta la propagación del progreso a todos los grupos sociales, lo cual repercute en la estructura productiva y se expresa en desigualdades territoriales.

Conforme a lo visto en los indicadores socioeconómicos como la población de 15 años o más analfabeta, viviendas con algún nivel de hacinamiento, población en localidades con menos de 5,000 habitantes, población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos, etc., se pudo observar que el índice de marginación dio un valor de 50.75, lo que es un valor alto que posiciona al municipio en la posición 66 en un contexto nacional (CONAPO, 2020).

Tabla 41. **Indicadores socioeconómicos e índice de marginación social del municipio**

Concepto	Valor
% Población de 15 años o más analfabeta	18.30
% Población de 15 años o más sin educación básica	62.10
% Ocupantes en viviendas sin excusado ni drenaje	3.44
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	2.02
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	4.1
% Viviendas particulares con hacinamiento	31.8
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	11.53
% Población en localidades con menos de 5000 habitantes	100
% Población ocupada con ingresos menores a 2 salarios mínimos	88.57
Índice de marginación	50.75
Grado de marginación	Alto
Lugar que ocupa en el contexto nacional	450

Respecto al índice de Rezago Social el cual considera indicadores de educación, salud, servicios básicos, calidad y espacios de la vivienda, y activos en el hogar indicó un valor medio de 0.870 ocupando el lugar 423 a nivel nacional (CONEVAL, 2020).

Tabla 42. **Indicadores socioeconómicos e índice de rezago social del municipio**

Concepto	Valor
% Población de 15 años o más analfabeta	18.3
% Población de 15 años o más sin primaria completa	62.0
% Ocupantes en viviendas sin excusado o sanitario	5.3
% Viviendas que no disponen de drenaje	18.6
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	2.7
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	4.5
% Viviendas que no disponen de lavadora	63.2
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	18.4
Índice de rezago social	0.870598
Grado de rezago social	Medio
Lugar que ocupa en el contexto nacional	423

IV.4.3.5 Principales actividades económicas

IV.4.3.5.1 Agricultura

En el año agrícola 2021, contando los cultivos cíclicos y perennes, se sembraron 2,087.45 hectáreas, de las cuales se cosecharon 2,087.45 hectáreas y se les sacó un valor de producción de $14,775.74 pesos. En cuanto a este valor, los cultivos realizados en San Sebastián Tecomaxtlahuaca fueron maíz de grano, frijol y granada, siendo los productos más importantes el maíz de grano que obtuvo una cosecha de 1,972.00 hectáreas, lo que dio un valor de $9,767.24 miles de pesos (el más alto de los cultivos) y el frijol con $ 671.43 miles de pesos, pues tuvo una cosecha de 70.60 hectáreas (SIAP, 2021).

Tabla 43. **Producción agrícola del municipio y sus principales cultivos**

Cultivo	Sembrada (Ha)	Cosechada (Ha)	Valor de producción (miles de pesos)
Maíz grano	1,972.00	1,972.00	9,767.24
Frijol	70.60	70.60	671.43
Granada	31.50	31.50	1,749.41

IV.4.3.5.2 Ganadería

Este sector produjo en el periodo de 2021 un valor de producción de $22,492.97 pesos, siendo la carne en canal lo que más valor dio, aportando $11,461.510 pesos por una producción de 233.830 toneladas, que en su mayoría era carne de bovino; seguido de este producto, el ganado en pie aportó un valor de $9,863.650 miles de pesos dadas las 356.190 toneladas producidas. Además de estos productos, también se produjeron ave y guajolote en pie y leche, los cuales aportaron $733.660 y $266.750 miles de pesos respectivamente (SIAP, 2021).

Tabla 44. **Producción ganadera por municipio**

Producto/especies	Producción (toneladas)	Valor de producción (miles de pesos)
Ganado en pie	356.190	9,863.650
Ave y Guajolote en pie	26.100	733.660
Carne en canal	233.830	11,461.510
Leche	43.420	266.750
Otros productos		167.400
Total		22,492.97

IV.4.3.5.3 Comercio

En cuanto al comercio dentro del municipio, se tiene entendido que cuenta con 5 tiendas Diconsa y un mercado público (INEGI, Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca, 2017).

Tabla 45. **Unidades de comercio y de abasto en operación en el municipio**

Tiendas Diconsa	Tianguis	Mercados públicos	Centrales de abasto	Centros de acopio de granos y oleaginosas
5	0	1	0	0

IV.5 Paisaje

Se realizó una caracterización del paisaje a través del método de la perspectiva introducida del Estudio del Paisaje Visual o Percibido. En este método, el observador mantiene un rol preponderante desde el propio terreno de observación y centrado en la percepción del territorio visual; para esta línea de trabajo se considera al paisaje como: el área de la superficie terrestre en donde los diferentes componentes naturales como geología, litología, relieve, clima, aguas, suelos, vegetación y fauna, tanto en estado natural como modificados, se encuentran en estrecha interacción formando un sistema integrado que produce servicios, recursos naturales, sitios de vida, actividad humana y que además, son fuente de valores estéticos y culturales (Muñoz-Pedreros, 2004).
En este sentido el paisaje se define como: el área de la superficie terrestre, en donde los diferentes componentes naturales como geología, litología, relieve, masas de aire atmosférico, clima, aguas, suelos, vegetación y fauna, tanto en estado natural como modificados, se encuentran en estrecha interacción formando un sistema integrado que produce servicios, recursos naturales, sitios de vida y actividad humana y que, además, es fuente de valores estéticos y culturales (Mateo, 2007). El estudio sistemático del paisaje se determinó dentro del área de influencia, en la cuenca visual directa y su evaluación se definió a partir de los siguientes puntos:

A.- Delimitación de Unidades de Paisaje (UP), que están determinadas por diversos factores como son el relieve, vegetación, rocas, etc. es decir, a partir de su descripción según sus características fisiográficas y componentes básicos de percepción como forma, color y textura.

B.- Análisis y evaluación de las cuencas visuales, que son miradores naturales o puntos de concentración visual de paisaje seleccionado o áreas visualmente percibidas, a partir de las cuales se estableció su valor escénico y su grado de vulnerabilidad ante las intervenciones relacionadas con el proyecto. Los aspectos evaluados en esta sección fueron: a) el alcance visual (visibilidad), b) la calidad escénica (calidad visual).

A) Unidades de Paisaje (UP)

Estas corresponden a la delimitación de una porción del territorio con una coherencia visual y estructura definida. En cada una se prevé una respuesta visual similar a las posibles actuaciones que en ella se realicen, de forma que un cambio en sus características visuales, modificará los valores paisajísticos del conjunto. Estas se delimitaron con base en la fisiografía, corrientes de agua, cobertura vegetal y uso actual del suelo.

Se debe mencionar que, para el caso de este proyecto, la percepción del espacio panorámico se mostró similar u homogénea al existir zonas con influencia humana en los alrededores del área de ubicación del puente donde se muestra un uso de suelo agrícola. Conforme a esto las unidades de paisaje detectadas se describen a continuación.

Tabla 46. **Unidad de paisaje (UP) encontradas en el área de influencia y sus características más destacadas.**

Fotografía	Unidad de Paisaje
	**Unidad de Paisaje Vegetación Ruderal, (UP 1)** Esta unidad se conforma por la vegetación presente en el área del proyecto (AP) la cual se clasifica como Vegetación Ruderal al fondo se puede observar también vegetación de bosque de encino
	**Unidad de Paisaje agrícola, (UP II)** Esta unidad se conforma por sitios dedicados a la agricultura. Son amplios espacios donde se desarrolla agricultura de riego anual y permanente siendo estos cultivos principalmente de Maíz y frijol. En algunos puntos existen elementos aislados arbóreos predominando el encino que sirven como límites de propiedades (cercos vivos).
	**Unidad de Paisaje III, urbano (UPIII)** En esta unidad como su nombre lo indica, corresponde a sitios que se desarrollan como localidades rurales en la zona. Cuenta con algunas plantas ornamentales o de aprovechamiento para la comunidad.

B) Análisis y evaluación de cuencas visuales

La cuenca visual es la porción de terreno que es vista desde un determinado punto y se denomina punto de observación; es el área perceptible desde una posición determinada o un conjunto de puntos que construyen un área de interés concordante con los objetivos del estudio. La evaluación de cuencas visuales considera los sitios de exposición ante las actividades del proyecto, es decir áreas que se presentarán ante impacto directo desde el punto de vista de afectación paisajística. Para este análisis se abarcó principalmente el área de donde se ubicará el Puente.

- **Alcance visual**

Este observa el escenario paisajístico del área de interés; la observación permite ver segmentos visibles en función a la interferencia que pueda existir por elementos topográficos y de cobertura vegetal que impidan la visibilidad de un área. Para la elección de los puntos de observación de cuencas visuales se consideraron dos criterios: la distancia, ya que a medida que aumenta ésta, la calidad de la percepción visual disminuye y la existencia de áreas de concentración visual (puntos de visualización o miradores que pueden ser caminos o poblados, áreas abiertas o sitios elevados). De acuerdo a esto se evaluaron 6 puntos de observación que reúnen la caracterización del sitio como se muestra a continuación.

- **Análisis y descripción de las cuencas visuales**

Las cuencas visuales se analizaron en función de cómo el observador percibe los componentes biofísicos (relieve, suelos y roca, vegetación, clima) y arquitectónicos del paisaje (forma, color, textura, ejes de línea), antes de que se llevan a cabo actividades del proyecto. La descripción de estas cuencas se enfocó a sitios dentro del Sistema Ambiental desde donde se tuvo una mayor percepción visual.

Tabla 47. **Cuencas visuales y sus características más sobresalientes**

Fotografía	Cuenca Visual
	**Cuenca visual 1** Este paisaje muestra los sitios dedicados a la agricultura en las zonas que rodean al Puente. En estos lugares se encuentran diferentes tipos de cultivos desde Maíz y frijol hasta algunas plantas de ornato y frutales como durazno. Las actividades agrícolas son dominantes en la zona, y se aprovecha el agua del Río "Arroyo Hondura de León" (Nombre del Río según SIATL) tributario del río Tecomaxtlahuaca.
	Cuenca visual 2 Este paisaje muestra el inicio del camino del puente hacia la comunidad de Guadalupe Nundaco, en los márgenes del mismo se

Fotografía	Cuenca Visual
	muestra vegetación Secundaria de tipo Ruderal. El alcance visual es amplio sobre el área del camino y en los costados llega a alcanzar los 50-100 metros, pero puede verse limitada por variantes en el nivel del terreno o por la vegetación.
	**Cuenca visual 3** Se muestra el puente actual rodeado con vegetación ruderal y la visibilidad hacia el frente y hacia atrás del puente es amplia, pero en los márgenes del camino está limitada a no más de 15 metros debido a la cobertura vegetal. Los contrastes de color son medios, existe paso vehicular todo el día de manera discontinua.
	**Cuenca visual 4** Se observa el Río "Arroyo Hondura de León" (Nombre del Río según SIATL) tributario del río Tecomaxtlahuaca desde el área del proyecto (Puente) donde se puede notar gran vegetación secundaria arbórea de encino además de la vegetación ruderal. Aunque el nivel del agua en el rio se ve bajo la velocidad es constante.
	Cuenca visual 5 Se observa parte de la comunidad rural vecina de Sabino Solo la cual se encuentra dentro del sistema ambiental además de un relieve bastante montañoso con una gran cobertura de vegetación de tipo bosque de encino. Se puede observar también parte del camino que lleva hacia la comunidad de

Fotografía	Cuenca Visual
	Guadalupe Nundaco donde se encuentra el área del proyecto.
	**Cuenca visual 6** En este paisaje se puede ver un relieve altamente montañoso presente en el Sistema Ambiental con una gran cobertura secundaria arbustiva de bosque de Pino-Encino.

- **Calidad escénica o calidad visual**

Para el análisis de la calidad visual del paisaje se utilizó una adaptación del método indirecto propuesto por Bureau of Land Management (BLM, 1980), denominado Matriz para la Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje. Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas (forma, línea, color, textura) de los componentes del paisaje (morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza, actuación humana). Con dicha información se ejecuta una evaluación independiente de los principales componentes del paisaje y en las cualidades intrínsecas del espacio visual, se asigna un valor según los criterios de ordenación y la suma total de estos determina la clase de calidad visual del área en estudio.

Los criterios de valoración y la escala de referencia utilizada se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 48. **Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje BLM**

Factores	Calidad de paisaje				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
Geomorfología	Relieve muy montañoso marcado y	Formas erosivas interesantes o relieve variado en	Colinas suaves, fondos de	Relieve suave, pero sin formar un valle en toda	Relieve muy bajo formando

Factores	Calidad de paisaje				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
	prominente, con riscos, cañadas, cañones, o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular.	tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	valle planos, poco o ningún detalle singular.	su extensión. Se muestran algunas depresiones o formaciones rocosas esporádicamente.	extensas planicies, pero sin depresiones, cañones o cañadas que le agreguen un mayor atractivo visual.
	Valor =5	Valor =4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
Vegetación	Gran variedad de ecosistemas con especies altamente llamativas, formas, textura y coloración interesantes. Cubierta vegetal sin alteración antrópica.	Uno o más ecosistemas, pero con especies vegetales interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra aparentemente inalterada.	Solo un tipo de comunidad vegetal, pero con formaciones y crecimiento de las especies vegetales que resultan interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra ligeramente alterada.	Presencia de uno o varios tipos de ecosistemas con o sin formaciones interesantes en sus especies vegetales, pero con su cubierta vegetal considerablemente alterado.	Ausencia de vegetación autóctona o una gran parte de la superficie visual se encuentra desprovista de vegetación restándole casi en su totalidad la calidad del paisaje.
	Valor =5	Valor =4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
Fauna	Presencia visual o auditiva de fauna de forma permanente en el lugar. Especies altamente llamativas. Alta riqueza de especies.	Mediana presencia de fauna con valor visual y auditivo que aumenta la calidad del paisaje	Baja abundancia (aunque constante) de fauna llamativa visual o auditivamente.	Presencia esporádica de fauna en el lugar. Especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Ausencia visual o auditiva de fauna de importancia paisajística.
	Valor =5	Valor =4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
Agua	Elemento que realza considerablemente la calidad visual del paisaje.	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los	Corrientes o cuerpos de agua de bajo orden (pequeños)	Corrientes y/o cuerpos de agua poco contrastantes. Sus aguas se	Corrientes o cuerpos de agua ausentes o poco

Factores	Calidad de paisaje				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
	Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	que contrastan ligeramente con el paisaje. El agua se muestra limpia.	muestran con elementos contaminantes que deterioran la calidad visual y olfativa del paisaje.	perceptibles. Las aguas se encuentran altamente contaminadas restándole significativamente la calidad visual y olfativa al paisaje.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
Color	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje.	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Mediana variedad de colores que contrastan armoniosamente en el paisaje.	Colores medianamente contrastantes, aunque con poca variedad.	Pocos colores presentes y de tonalidades apagadas. Muy bajo contraste entre colores.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
Fondo escénico	El paisaje circundante ejerce una muy alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una mediana influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una baja influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce muy baja influencia positiva a la calidad visual.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
Singularidad O rareza	Alta singularidad y rareza a nivel regional. Hay una alta armonía y contraste entre los distintos elementos distintivos del paisaje.	Algo común en la región. Los elementos característicos del paisaje se tornan medianamente armoniosos.	Bastante común en la región, aunque a nivel local suele tornarse ligeramente heterogéneo.	Presenta singularidad solamente a nivel de algunos elementos que componen el paisaje inmediato, pero a nivel regional	No presenta rareza o singularidad a nivel regional

Factores	Calidad de paisaje				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
				resulta casi como un paisaje homogéneo.	
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1
Actuaciones Humanas	Libre de intervención o modificación humana	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
	Valor= 5	Valor=4	Valor=3	Valor=2	Valor=1

Para categorizar estos valores se generó una escala de calidad paisajística para calificar las condiciones de los sitios de muestreo y para el área total.

Tabla 49. **Clases utilizadas para evaluar la calidad visual**

Escala de calidad paisajística	
Muy alta	33.6-40
Alta	27.2-33.5
Media	20.8-27.1
Baja	14.4-20.7
Muy baja	8-14.3

Resultados

La evaluación del paisaje se llevó a cabo en los 6 puntos mostrados los cuales se encuentran dentro del Sistema Ambiente (SA). Algunos de los sitios de evaluación fueron ubicados en los tramos donde tendrán lugar las actividades de realización del puente, y que corresponden a las áreas de intervención por la realización de la obra, así como en los sitios de importancia y representativos del área. Los puntajes y resultados de la aplicación de este método para las áreas evaluadas, por componente del paisaje, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 50. **Matriz de evaluación de la calidad visual del paisaje**

Factor/Sitio	1	2	3	4	5	6	Calidad promedio
Geoformas	3	3	4	5	4	3	3.66

Factor/Sitio	1	2	3	4	5	6	Calidad promedio
Vegetación	3	3	3	4	3	4	3.33
Fauna	2	2	3	4	3	3	3
Agua	3	3	5	5	3	3	3.66
Color	2	2	4	5	3	3	3.16
Fondo escénico	3	3	4	5	3	3	3.5
Singularidad o rareza	2	2	4	4	3	3	3
Actuaciones humanas	3	3	2	4	3	4	3.16
Valores de calidad Visual por sitio	21	21	29	36	25	26	26.33
	M	M	A	MA	M	M	M
Simbología: MA= muy alta, A= alta, M= media, B= baja y MB= muy **baja**							

A partir de la evaluación realizada, se obtuvo que el área del proyecto muestra una calidad paisajística Media (26.33 puntos), calidad derivada de las actividades principalmente agrícolas de la zona.



Imagen 37. Paso de vehículos pesados en el puente actual

La estructura actual permite el paso de vehículos de diferentes dimensiones entre las comunidades cercanas, aunque en el caso de vehículos de mayor tamaño solo pasan en una dirección esto debido al ancho del puente.

La fauna en el sitio se hace presente de forma directa (avistamientos principalmente de aves), e indirecta con sonidos como cantos de aves.

Dadas las características de la zona se estima que la fragilidad del lugar es baja, ya que las condiciones del lugar permitirán resarcir la calidad paisajística del sitio. Así mismo, en el lugar al realizar las medidas de mitigación y tener un desarrollo urbano cercano, se espera que las condiciones ecológicas y paisajísticas del sitio permanezcan iguales a las actuales aun con la colocación del Puente.

IV.6 Diagnóstico Ambiental

IV.6.1 Ponderación de factores ambientales en campo

Con el fin de estimar la calidad ambiental en una escala localizada, es decir, en las zonas correspondientes a las proximidades del proyecto, se llevó a cabo un procedimiento que se basa en la ponderación de ocho factores representativos del entorno circundante que son: geoformas, suelo, calidad del agua, cubierta vegetal, naturalidad de la vegetación, hábitat para la fauna silvestre, diversidad biológica observable y evidencia antrópica. Dicho procedimiento se realizó en los 4 sitios evaluados para la calidad del paisaje.

Una vez localizados los sitios de análisis, se desarrolló una matriz de evaluación para llevar a cabo la valoración de cada factor en cada sitio; dicha matriz está compuesta por los ocho factores ambientales, donde cada uno muestra cinco posibilidades de calidad ambiental tanto a nivel cualitativo como cuantitativo como se muestra en la siguiente tabla; así mismo, cada factor presenta una serie de calificativos o elementos a tomar en cuenta durante la evaluación. Debido a que los procedimientos metodológicos fundamentados en la ponderación multicriterio o de múltiples factores presentan un carácter subjetivo, se deben tener ciertas consideraciones que permitan reducir los sesgos para obtener resultados más confiables. Al respecto, algunos puntos básicos que se tomaron en cuenta en el desarrollo de la metodología son los siguientes:

- Se consideró un radio promedio de 100 metros alrededor del ponderador, esto con la finalidad de tener un rango de visión óptimo del entorno inmediato, y a su vez, una mejor apreciación de los elementos a evaluar.
- Se tomaron en cuenta las condiciones ambientales adyacentes al sitio.
- Mantener un alto grado de objetividad a la hora de asignar los valores a cada factor para evitar sobre o subvaloración hacia algún factor en especial.
- Las ponderaciones fueron analizadas por un grupo de especialistas de carácter multidisciplinario con la finalidad de obtener resultados más confiables.

A continuación, se muestra la matriz utilizada para la evaluación ambiental de los sitios donde se muestran los niveles de calidad, así como sus respectivos valores cuantitativos.

Tabla 51. **Tabla de evaluación de la calidad ambiental**

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
Geoformas (Existencia de cortes en el terreno, terraplenes, extracción de material, etc.)	Original	5
	Escasamente modificadas	4
	Moderadamente modificadas	3
	Altamente modificadas	2
	Totalmente modificada	1
Suelo (Buscar evidencias de erosión laminar, surcos, cárcavas, suelos desnudos por efecto del hombre, pastoreo, etc.)	Sin erosión	5
	Escasa erosión	4
	Moderadamente erosionado	3
	Altamente erosionado	2
	Extremadamente erosionado	1
Calidad del agua	Sin contaminación aparente	5
	Ligera contaminación	4

Factor ambiental/social/antrópico	Nivel de calidad	Calificación
(evaluar cuerpos o corrientes de agua, fuentes contaminantes y variaciones en época de lluvias)	Moderada contaminación	3
	Alta contaminación	2
	Extrema contaminación	1
Cubierta vegetal	Mayor al 100 %	5
	75 - 100 %	4
	50 - 75 %	3
	25 - 50 %	2
	Menor al 25 %	1
Naturalidad de la vegetación	Vegetación original (sin presencia de secundaria)	5
	Domina la vegetación natural sobre la secundaria	4
	Igual vegetación natural que la secundaria	3
	Domina la vegetación secundaria sobre la natural	2
	Solo vegetación secundaria	1
Presencia de ganado	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy alta	1
Presencia de cultivos	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy alta	1
Hábitat para la fauna silvestre (Estado de conservación en que se encuentran las comunidades vegetales como estructura, composición, configuración, etc., elementos abióticos como cursos y cuerpos de agua, cañadas y potenciales refugios)	Potencial muy alto	5
	Potencial alto	4
	Potencial medio	3
	Potencial bajo	2
	Potencial muy bajo	1
Diversidad biológica observable (En términos de la cantidad de especies de flora, fauna y otros grupos biológicos)	Alta diversidad	5
	Moderada diversidad	4
	Baja diversidad	3
	Muy baja diversidad	2
	Diversidad casi o aparentemente nula	1
Evidencia antrópica (Casas, Caminos, brechas, basura, etc.)	Nula	5
	Escasa	4
	Media	3
	Alta	2
	Muy alta	1

Se generó una escala de cinco niveles de acuerdo al número de factores manejados, con estos valores se pudo estimar las condiciones del ambiente a partir de la cuantificación y cualificación de los resultados obtenidos por sitio de evaluación y de forma absoluta en la superficie total de estudio, los niveles y escala se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 52. **Escala de calidad ambiental**

Escala	
Muy baja	10-18
Baja	18.1-26
Media	26.1-34
Alta	34.1-41.1
Muy alta	41.2-50

Resultados

La mayoría de los sitios evaluados muestran una calidad media, con excepción del sitio 4 y 6 los cuales presentan una calidad muy alta y alta respectivamente. Por lo tanto, el puntaje asignado para los distintos factores en los 6 sitios oscila entre 3 y 4.3.

Tabla 53. **Evaluación Ponderada del Diagnóstico Ambiental**

Factor/sitio de evaluación	1	2	3	4	5	6	Calidad promedio
Geoformas	3	3	2	5	2	4	3.16
Suelo	3	3	3	4	2	3	3
Calidad del agua	4	4	4	5	4	3	4
Cubierta vegetal	3	3	3	5	3	4	3.5
Naturalidad de la vegetación	2	3	3	4	3	4	3.16
Presencia de ganado	4	4	4	5	4	5	4.3
Presencia de cultivos	2	4	5	5	2	3	3.5
Hábitat para la fauna	3	3	3	5	3	3	3.3
Diversidad biológica observable	3	3	4	5	4	4	3.8
Evidencia antrópica	3	3	3	4	2	4	3.16
Valores de calidad ambiental por sitio	30	33	30	47	29	37	34.33
	M	M	M	MA	M	A	Alta
Simbología: MA= muy alta, A= alta, M= media, B= baja y MB= muy baja							

El valor promedio o valor absoluto para todo el lugar exhibe una **Calidad Ambiental Alta con un valor de 34.33 puntos.**

Este valor expone que el sitio de colocación del Puente corresponde a un lugar con espacios poco o medianamente alterados pero que aún mantiene características ambientales que destacan en el sistema ambiental.



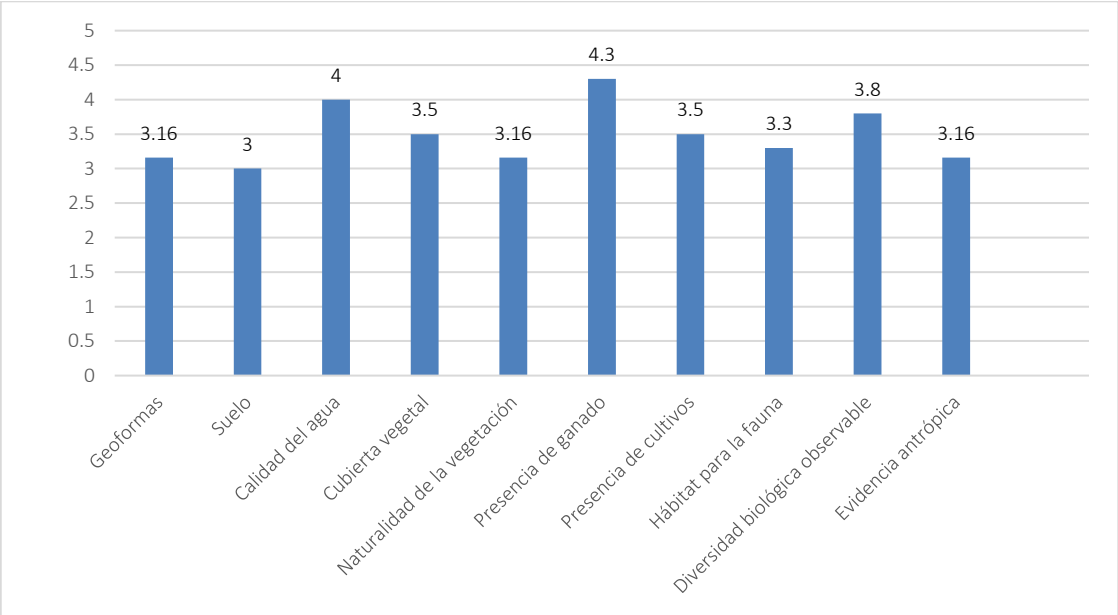
Imagen 38. Sitios en los márgenes del puente con indicios del aprovechamiento del agua

La corriente del agua que lleva el río viene en dirección hacia las comunidades cercanas las cuales utilizan el agua del rio para sus sitios de agricultura lo cual ayuda a su riego y aprovechamiento.

Respecto a los factores que muestran mejores condiciones se encontraron a la calidad del agua y la presencia de ganado indicando este ultimo la baja o nula presencia de ganado; seguidos por la presencia de cultivos y la diversidad biológica observable.

Resalta el suelo que es la que muestran la calidad más baja junto con las geoformas y la naturalidad de la vegetación, esto derivado del uso de suelo que domina la esta área el cual es la agricultura.

Se debe hacer notar que también la evidencia antrópica tuvo un valor mediano/bajo comparado con los demás esto probablemente se deba a que aún es un sitio alejado de otras comunidades lo cual ha provocado que no esté tan perturbado.



Gráfica 19. **Calidad ambiental encontrada en los 6 sitios evaluados dentro del Sistema Ambiental**

El elemento de la calidad del agua, muestra que este es un factor destacado en el sitio, esto debido a que el cruce del río es el motivo principal de realización de esta obra, la calidad del agua se observa clara debido a la baja pero constante velocidad que lleva la corriente. La contaminación del rio es baja o imperceptible pues no se observa basura ni otro tipo de contaminante en el área del proyecto.

Entonces para la construcción del puente, se requiere seguir las medidas de mitigación que permitan mantener las condiciones actuales del sitio y/o mejorarlas, por lo que se debe evitar que impactos como la acumulación de residuos producto de la construcción, el mal manejo de residuos en general, así como accidentes de derrames hagan que en temporada de lluvias torrenciales estos elementos generen daños aguas abajo; es por esto que el seguimiento de las propuestas son de relevancia para la realización de esta obra.

IV.7 Bibliografía

Bautista-Zúñiga, F., Palacio-Prieto, J. L., Delfín-González, H., Paéz-Bistrain, R., Carmona-Jiménez, E., & Delgado-Carranza, M. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 387 pp.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (SEMAEDESO). 2018. Estrategia para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad del estado de Oaxaca (ECUSBEO). CONABIO, México.

CONABIO. 2010. Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONABIO. 2016. Sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONABIO. 2016. Sitios prioritarios para la restauración. escala: 1:1 000000. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONAPO. 2020. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020. Consejo Nacional de Población.

CONEVAL. 2020. Indicadores de rezago social 2020. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

Forman, R., y Alexander, L. Annu. 1998. Roads and Their Major Ecological Effects. Rev. Ecol. Syst. 29:207–231.

Heyer, R. W., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. A., & Foster, M. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington, E.U.A.

INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. 2020. Panorama sociodemográfico de México. Oaxaca: Censo de Población y Vivienda. CPV/Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.99 pp.

INPI. 2021. Atlas de los pueblos indígenas de México. Distribución por Entidad Federativa. http://atlas.inpi.gob.mx/?page_id=7181.

León-Cortés, J. L., Naranjo, E. J., Ramírez-Marcial, N., Rangel salazar, J. L., Horvath, A., & Muñoz Alonso, A. 2010. Manual para el reconocimiento, evaluación y monitoreo de la diversidad biológica. ECOSUR, BiiA, 119 pp.

López-González, C. A., & Brown, D. E. (2002). Distribución y estado de conservación del jaguar en el noroeste de México. En: Medellín, R.A., C. Equihua, C.L.B. Chetkiewicz, P.G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E.W. Sanderson y A.B. Taber. El jaguar en el nuevo milenio. Fondo de Cultura Económica/Universidad nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society. México, D.F. 379-392.

Mateo, R. J. 2007. La Geoecología del Paisaje, como fundamento para el analisis ambiental. Obtenido de REDE, Revista Electrónica do Prodema: http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/5/5

Moraes Tomas, W., & de Miranda, G. H. (2003). Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais. En: Cullen, L.Jr., Rudran, R., Valladares-Padua, C. (Eds.) Métodos de estudos em biologia da conservacao y manejo da vida silvestre. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brazil,. 243-267 pp.

Muñoz-Pedreros, A. 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural, 77:139-156.

Rosas-Rosas, O. C., & Núñez, R. 2014. Jaguar y puma. En: Valdez, R. y J.A. Ortega-S. Ecología y Manejo de Fauna Silvestre en México. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México. 331-352.

SIAP. 2021. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido del Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2020: https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/.

Tobón, W., P. Koleff, T. Urquiza-Haas, y G. García Méndez. 2016. Propuesta metodológica para identificar prioridades de restauración en México, en E. Ceccon y C. Martínez-Garza (coords.), Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas. CRIM-UNAM, Universidad Autónoma del Estado de Morelos- CONABIO, pp. 31-47.

Tobón, W., T. Urquiza-Haas, P. Koleff, M. Schröter, R. Ortega-Álvarez, J. Campo, R. Lindig Cisneros, J. Sarukhán y A. Bonn. 2017. Restoration planning to guide Aichi targets in a megadiverse country. Conservation Biology 31:1086-1097.

Trolle, M., & Kéry, M. 2005. Camera-trap study of ocelot and other secretive mammals in the northern Pantanal. Mammalia, 69:3-4.

Vargas-Salinas, F., & Bolaños, M. E. 1999. Anfibios y reptiles presentes en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical en el Bajo Anchicayá, Pacífico colombiano. Rev Acad Colomb Cienc Exact Fis Nat. 23 (supl especial), 499- 511.

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES ANTERIORES Y EFECTOS

Contenido

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES ANTERIORES Y EFECTOS 3

V.1 Identificación de Impactos 3
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 3

V.2 Caracterización de los impactos 9
V.2.1 Fase 2: Matriz de valorización de impactos. 9
V.2.2 Indicadores de impacto 11

V.3 Resultados de la valoración de los impactos 13
V.3.1 Impactos caracterizados para la fase constructiva y operativa 13

Bibliografía 24

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES ANTERIORES Y EFECTOS

V.1 Identificación de Impactos

Con base en la información relativa a las obras y actividades que comprenderá la realización del proyecto de acuerdo a lo descrito en el Capítulo II, así como, en la caracterización del medio biótico y abiótico, se procedió a elaborar la evaluación a través de los siguientes pasos:

- Identificar las principales actividades que pueden ser fuentes de presión ambiental para cada una de las etapas de desarrollo del proyecto (Preparación del sitio y construcción, abandono del sitio y operación y mantenimiento);
- Determinar los impactos potenciales para cada factor ambiental (atmósfera, hidrología, suelo, etc.);
- Elaboración de la matriz de causas-efectos y matriz de importancia;
- Valoración final de los impactos que la actividad produce en su conjunto;
- Determinación de la magnitud del impacto sobre cada factor, y
- Conclusión y resultado de los impactos significativos.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para realizar la evaluación del proyecto se utilizaron dos métodos: 1) La evaluación a través de la Matriz de interacción de causa-efecto, ya que ofrece permitir disminuir o aumentar las características ambientales o las acciones del proyecto a evaluar, además de ser un excelente método para identificar las acciones que deben ser objeto de mayor atención; y 2) La metodología de Conesa Fernández – Vitora (1996) para caracterizar el impacto (evaluación cualitativa), la cual utiliza ciertos criterios que permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, agrupándolos en una fórmula que dará como resultado la importancia del impacto.

Matriz de interacción de causa-efecto

Una vez revisada las actividades, se procedió a la elaboración de la matriz de correlación, siendo que los componentes y factores ambientales determinados, se colocaron en filas, mientras que las actividades correspondientes a las etapas del proyecto se colocaron en las columnas, lo cual permitió cotejar reiteradamente cada uno de los factores determinados con las actividades a realizarse, siendo que para cada actividad que cauce alguna modificación en el factor en turno se colocó un número uno (1) indicando la presencia de una interacción, mientras que en caso de no ocurrir alguna modificación en dicha casilla se asignó un número cero (0).

Identificación de los factores socio-ambientales y actividades del proyecto

A partir de la interacción proyecto-entorno, se determinaron los impactos ambientales a generarse; y para fundamentar su análisis, el proyecto debe aportar información con respecto a sus diferentes fases de ejecución, por lo que, esta tarea consistió en estudiar los elementos y procesos del mismo que ocasionarán los impactos ambientales (objeto de la evaluación), así mismo, se requiere del

estudio del entorno donde se desarrollará el proyecto, concepto que se ha denominado a la parte del medio ambiente que interacciona con éstas actividades.

Estos elementos fueron los dos primeros pasos para conocer los aspectos que se encuentran implicados en la interacción de los factores que potencialmente pueden ser afectados o incluso ser benéficos en el área donde el proyecto se desarrollará (Gómez, 2003).

Actividades del proyecto

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se determinaron las acciones que pueden causar afectaciones por parte del proyecto, posteriormente estas actividades se presentan en una matriz de causa - efecto, con el objeto de diferenciar los impactos ambientales que se producen con el proyecto para cada subfactor ambiental a impactar.

En la siguiente tabla se presenta la lista de las actividades en sus diferentes etapas que se requerirán para el proyecto y que son como consecuencia las que ocasionarán los cambios en el sistema ambiental.

Tabla 1. **Lista de actividades identificadas para las diferentes etapas del proyecto.**

ETAPAS DEL PROYECTO	ACCIONES DEL PROYECTO	
Preparación del sitio	Asentamiento de obras provisionales	
	Camino provisional	
Construcción y Abandono del Sitio	Desmonte	
	Movimiento de Maquinaria	
	Pilas y muro de estribo	Excavaciones y despalmes para Cimentación (Subestructura)
		Armado y Colado de pilas, cabezales, topes, bancos y muros
	Accesos de Puentes	Trazado, despalme y excavación del terreno
		Relleno, compactación y colocación de losa
	Acarreo de materiales	
	Superestructura	Izaje y posicionamiento de trabes
		Armado y colado de losa de tablero
		Guarniciones y Parapetos
		Defensa metálica
		Colocación de carpeta asfáltica
		Señalamiento vertical y horizontal
	Mano de obra	
	Retiro de Maquinaria y Obras provisionales	
Operación Y Mantenimiento	Operación del Proyecto	
	Mantenimiento del Proyecto	

Factores ambientales y sociales

Una vez identificadas las acciones del proyecto, posteriormente se determinó los componentes del ambiente que serán impactados. Los factores ambientales son susceptibles de recibir impactos por el desarrollo de las actividades del proyecto en cuestión, y de acuerdo a Gómez Orea (2003) la complejidad del entorno y su carácter de sistema, aconseja disponer los efectos relevantes en varios niveles, de esta manera el último nivel representará subfactores simples y concretos, por lo tanto, solo se adicionaron y renombraron algunos subfactores que potencialmente serán impactados por el proyecto.

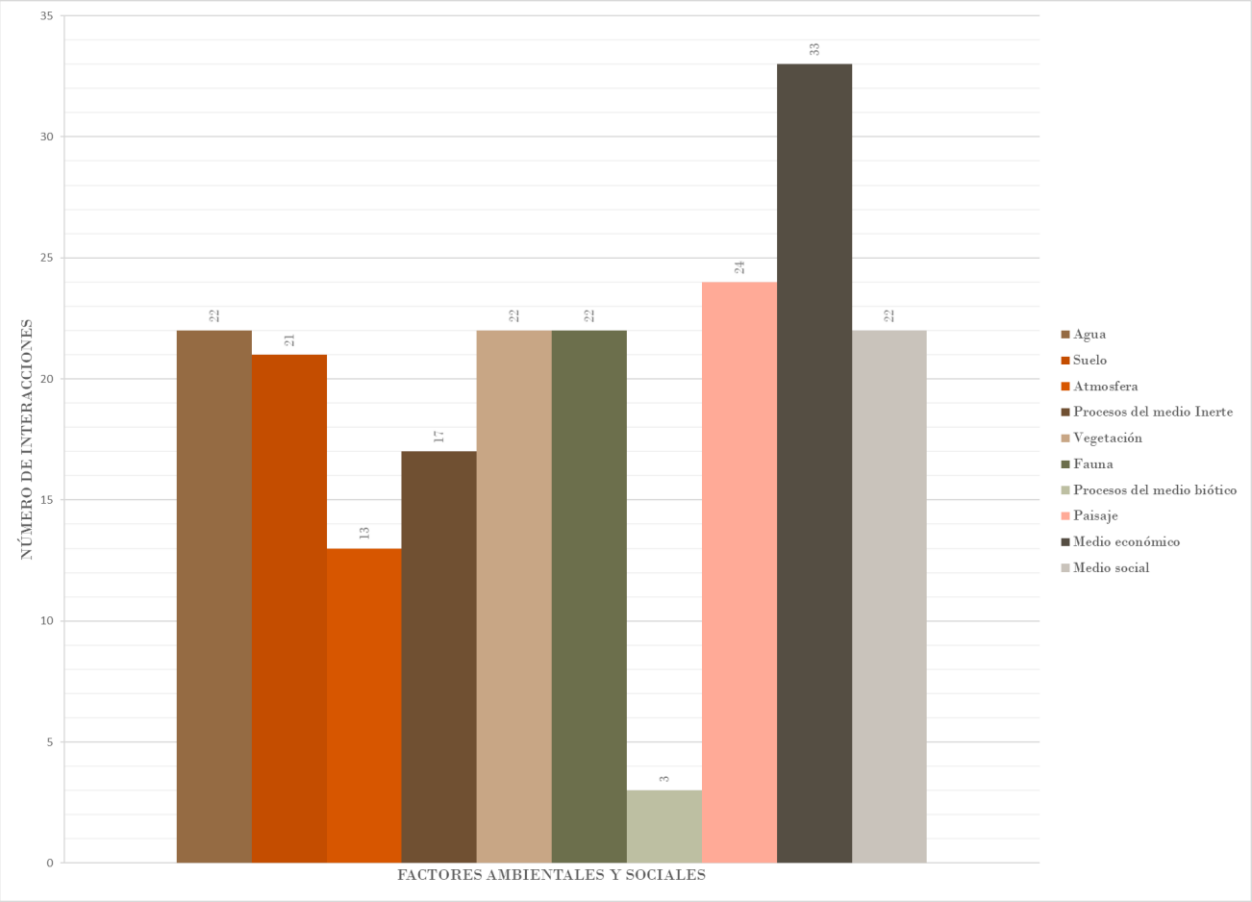
Tabla 2. **Lista de factores socio-ambientales que potencialmente son impactados en las diferentes etapas del proyecto.**

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR
Medio Físico	Medio Abiótico	Agua	Calidad del Agua
			Dinámica del Cauce
			Drenaje Superficial
		Suelo	Erosión
			Relieve y Topografía
			Calidad del Suelo
			Fertilidad
		Atmosfera	Calidad del Aire
			Confort Sonoro
			Microclima
		Procesos del Medio Inerte	Compactación
			Transporte de sólidos
	Medio Biótico	Vegetación	Especies bajo la NOM-SEMARNAT-2010
			Agricultura de temporal anual
			Pastizal inducido
			Bosque de encino
			Vegetación ruderal
		Fauna	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
			Reptiles
			Anfibios
			Mamíferos
			Aves
	Procesos del medio biótico		Movilidad de especies
	Medio Perceptual	Paisaje	Unidad Ruderal
			Unidad Agrícola
			Unidad Urbano
Medio Socioeconómico		Medio Económico	Comercio
			Empleo
		Medio social	Accidentes
			Infraestructura Urbana
			Calidad de Vida

Conformada la matriz causa-efecto y evaluada nuevamente las interacciones con respecto al presente proyecto, ésta se presenta de la siguiente manera:

		ETAPAS DEL PROYECTO																	
		PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN Y ABANDONO DEL SITIO														OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
		ACTIVIDADES POR ETAPA																
COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	Asentamiento y operación de obras provisionales	Camino provisional	Desmonte	Movimiento de Maquinaria	Excavaciones y desplames para Cimentación (Pilas)	Armado y Colado de pilas, cabezales, bancos, topes y muros (Pilas)	Trazado, despalme y excavación del terreno (Accesos de Puente)	Relleno, compactación y colocación de losa (Accesos de Puente)	Acarreo de materiales	Izaje y posicionamiento de trabes (Super estructura)	Armado y colado de losa de tablero (Super estructura)	Guarniciones y Parapetos (Super estructura)	Defensa metálica (Super estructura)	Colocación de carpeta asfáltica (Super estructura)	Señalamiento vertical y horizontal (Super estructura)	Mano de obra	Retiro de Maquinaria y Obras provisionales	Operación del Proyecto	Mantenimiento del Proyecto
Agua	Calidad del Agua	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	Dinámica del Cauce	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Drenaje Superficial	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo	Erosión	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	Relieve y Topografía	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calidad del Suelo	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
	Fertilidad	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atmosfera	Calidad del Aire	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Confort Sonoro	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Microclima	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Procesos del medio Inerte	Compactación	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Transporte de sólidos	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1
Vegetación	Especies bajo la NOM-SEMARNAT-2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Agricultura de temporal anual	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Pastizal inducido	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Bosque de encino (Vegetación secundaria arbustiva)	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	Vegetación Ruderal	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Fauna	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
	Reptiles	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Anfibios	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Mamíferos	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Aves	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Paisaje	Unidad Ruderal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
	Unidad de Agricola	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	Unidad Urbano	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Medio económico	Comercio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
	Empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
Medio social	Accidentes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Infraestructura Urbana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Calidad de Vida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

De acuerdo al análisis de la matriz causa-efecto los resultados obtenidos fueron de 199 interacciones durante todo el desarrollo del proyecto, teniendo 43 de tipo positivo y ahora 156 negativos; donde la mayoría de las interacciones se presentan en la etapa de construcción con el 73%, con el 13% en la etapa de preparación del sitio, y el 14% durante la operación y mantenimiento (Ver Gráfica 2). La distribución de dichas interacciones entre los diferentes componentes ambientales y sociales se observa como:



Gráfica 1. **Interacciones ambientales y sociales para la etapa de evaluación de la matriz de interacción y causa.**

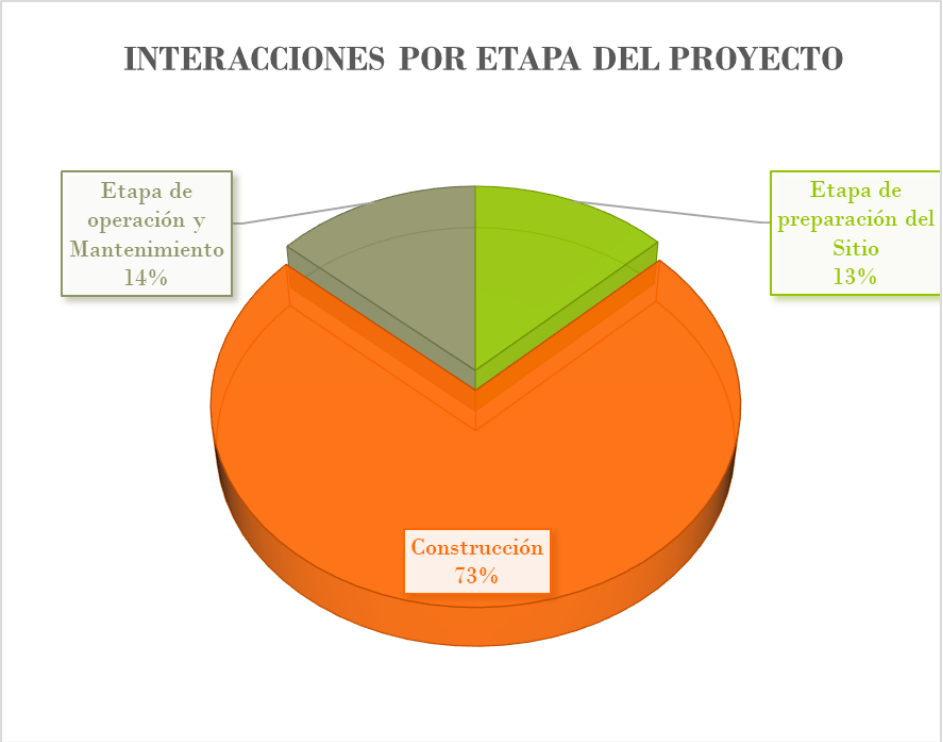
El comportamiento de las interacciones nos indica que el mayor número de éstas incide en el componente de Medio Económico teniendo 33 impactos positivos por la adquisición de servicios y apoyo al comercio que se tendrá al requerir de maquinaria, insumos, personal y servicios para el desarrollo de la obra como obras provisionales, almacenes etc, además de seguir manteniendo comunicada la localidad de Guadalupe Nanduco con la cabecera municipal de San Sebastián Tecomaxtlahuaca a través de una obra mucho más segura principalmente en temporadas de crecida máximas del río Tecomaxtlahuaca.

El mayor número de los impactos ambientales incidirá en el componente de Paisaje con 24 interacciones debido al movimiento de maquinaria y personal trabajando en la zona, lo que generará el deterioro paisajístico del cauce y su área de influencia, ya que a pesar de tener una cobertura predominantemente de tipo ruderal, aún se tienen individuos que conformaban la vegetación de encino teniendo una calidad visual Media, por lo que, el incremento de elementos antropogénicos como ruido, polvo, emisiones, residuos y tráfico cambiará temporalmente su calidad visual, además de contar con residuos que darían un mal aspecto, lo cual conlleva también a la contaminación del ecosistema.

Se tendrá la misma cantidad de interacciones para los factores de Agua, Vegetación y Fauna (22 interacciones), ya que las obras se tratan de un puente que cruza un flujo de agua perenne y estas actividades pueden incidir sobre las condiciones actuales del cuerpo de agua como son sus características fisicoquímicas en su área de influencia. La Flora y Fauna presente también serán impactados, destacando que los impactos serán solo hacía las especies ruderales, ya que, se requerirá del desmonte de solo algunos individuos pertenecientes a este tipo de vegetación, resaltando que para el caso del camino provisional NO se afectará vegetación de tipo forestal, ya que la dominancia de los individuos presentes es ruderal con algunos elementos aislados aún de individuos de la vegetación secundaria arbustiva del bosque de encino. Para el caso de la Fauna no se tendrán impactos a especies bajo alguna categoría de conservación bajo la NOM-059-SEMARNAT. Sin embargo, durante el desmonte de vegetación ruderal y el movimiento de la maquinaria se pueden tener daños a reptiles y anfibios principalmente.

22 interacciones se tendrán en el medio social, principalmente en el factor de accidentes, los cuales, son efectos potenciales al tratarse de todas las maniobras y actividades que se requieren para la construcción del puente. El suelo es otro factor con el mayor número de interacciones presentes, teniendo 21, donde el impacto principal será la contaminación de este recurso, además del potencial arrastre de residuos que se podrá generar, principalmente de residuos de manejo especial hacía el cauce a causa del movimiento de suelos, el cual representa 17 interacciones.

Finalmente, la atmósfera tendrá solo 13 interacciones y los procesos del medio biótico 3, siendo este factor con la menor cantidad de impactos detectados, ya que, al considerar instalar tubos para el camino provisional y dejar libre el paso del flujo hidrológico, permitirá de forma temporal el cruce de la maquinaria sin interrumpir el escurrimiento o desviarlo, lo cual, no impactará movimiento de fauna o falta del recurso aguas abajo en su área de influencia.



Gráfica 2. **Porcentaje de impactos encontrados en las diferentes etapas del proyecto.**

La anterior valoración no arroja el real grado de incidencia del proyecto en cada uno de los componentes ambientales, esto debido a que la matriz causa-efecto solo nos permite determinar los impactos que se derivan de la implementación del proyecto, sin embargo no nos permite conocer la magnitud ni la importancia de los mismos, por lo que no podemos descartar impactos cuya importancia sea moderada pero su efecto en el ambiente es significativo, para lo cual se realiza la segunda fase del proceso de evaluación.

V.2 Caracterización de los impactos

V.2.1 Fase 2: Matriz de valorización de impactos.

Una vez obtenidos los impactos a través de la matriz causa-efecto, se procedió a realizar la caracterización de los impactos, empleando la metodología diseñada por Fernández – Vítora, Conesa (2013), para posteriormente realizar la evaluación de la magnitud de los impactos.

Hay que recordar que esta metodología utiliza ciertos criterios que nos permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, agrupándolos en una fórmula que nos dará como resultado la importancia del impacto.

La importancia del impacto puede medir cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como: extensión, efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Los impactos enlistados, son sometidos a evaluación mediante la asignación de valores numéricos a los criterios propuestos por Fernández-Vitoria, Conesa (2013); en su metodología, estos criterios son aplicados para cada uno de los impactos obtenidos permitiendo valorizar su magnitud y conocer sus características, estos criterios son:

TÉRMINOS	DESCRIPCIÓN	VALOR
SIGNO (+/-)	El signo del impacto hace alusión a su carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. Existe la posibilidad de incluir un tercer carácter (x) que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto.	(+) (-)
INTENSIDAD (I)	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa, el rango de valoración está comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área donde se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos 2 términos reflejarán situaciones intermedias.	BAJA 1 MEDIA 2 ALTA 4 MUY ALTA 8 TOTAL 12
EXTENSIÓN (EX)	Se refiere al área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, 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 sea puntual, pero se produzca en un lugar critico se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en el que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de	PUNTUAL 1 PARCIAL 2 EXTENSO 4 TOTAL 8 CRITICA +4

TÉRMINOS	DESCRIPCIÓN	VALOR
	introducir medidas correctoras habrá que buscar otras alternativas al proyecto, anulando el efecto.	
MOMENTO (MO)	Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándoles a ambos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo con valor asignado (1). Si ocurre alguna circunstancia que hiciese critico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una a cinco unidades por encima de las especificadas.	LARGO PLAZO 1 MEDIO PLAZO 2 INMEDIATO 4 CRITICO +4
PERSISTENCIA (P)	Se refiere al tiempo que 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 correctivas. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz (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 (4).	FUGAZ 1 TEMPORAL 2 PERMANENTE 4
REVERSIBILIDAD (RV)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones 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 el valor de (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos, son los mismos asignados al parámetro anterior.	CORTO PLAZO 1 MEDIO PLAZO 2 IRREVERSIBLE 4
SINERGIA (SI)	Este atributo contempla el reforzamiento de 2 o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocado por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que se espera 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 valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).	NO SINÉRGICO 1 SINÉRGICO 2 MUY SINÉRGICO 4
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 es acumulativo el valor se incrementa a (4).	SIMPLE 1 ACUMULATIVO 4
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 esta. En el caso de que el efecto indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.	INDIRECTO 1 DIRECTO 4
PERIODICIDAD (PR)	La periodicidad se refiere a la regularidad de la 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 (regular o continuo).	IRREGULAR 1 PERIÓDICO 2 CONTINUO 4

TÉRMINOS	DESCRIPCIÓN	VALOR
	A los efectos continuos se les asigna un valor de (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).	
RECUPERABILIDAD (MC)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctivas). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna el valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o medio plazo, si lo es permanente, el efecto es Mitigable, y toma un valor de (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de recuperar tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de (8). En caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	INMEDIATA 1 MEDIO PLAZO 2 MITIGABLE 4 IRRECUPERABLE 8

El rango de valores para cada uno de los criterios permite obtener valores cualitativos a las características de los impactos los cuales mediante la aplicación de la siguiente formula arrojan la valoración de los impactos.

$$I = \pm [3\,I + 2\,EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Los valores que se obtienen varían entre 13 y 100, los cuales son clasificados por rangos y es lo que le da la relevancia al impacto, estos rangos se dividen de la siguiente manera:

ESCALA DE GRADO DE AFECTACIÓN POR INTERACCIÓN	
≤ 25	IRRELEVANTES
26-49	MODERADOS
50-74	SEVEROS
≥ 75	CRÍTICOS

V.2.2 Indicadores de impacto

Para la evaluación de impacto ambiental se consideraron los siguientes indicadores:

Atmósfera

- Presencia de vehículos y maquinaria de la empresa contratista para la obra.
- Tránsito diario promedio anual del camino existente (No. de vehículos que van de paso).
- Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015.
- Niveles de ruido, en el AI. Unidad de medida en decibelios (dBA).
- Combinación de olores y contaminación del aire (contaminación fuerte y frecuente, contaminación moderada y ocasional, claro).
- Clima.- Templado subhúmedo
- Precipitación. Junio-Septiembre con 432mm y con 10.1mm en febrero y marzo.

- Microclima. Temperaturas máximas de 24.7 en abril y 8.7 en enero

Suelo

- Relieve.- Sierra Alta Compleja
- Suelos.- Leptosoles de textura media
- Degradación del suelo.- Química, Grado: Muy alto-alto, Causa: Agricultura y Ganadería.
- Susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2020).- Muy bajo a Alto

Hidrología

- Escurrimiento perenne
- Índice de vulnerabilidad por inundación (CENAPRED, 2017).- Media
- Índice de peligro a nivel municipal por contaminación del agua (CENAPRED,2019).- Muy Bajo

Flora

- Número de especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SA.- 1 especie *Sphaeropteris horrida* (Helecho) y 10 especies en la norma de probable ocurrencia. 7 bajo la categoría de Protección especial, 1 en Peligro, 1 como amenazada, y 1 probablemente extinta en el medio silvestre (*Pedilanthus tomentellus*).
- Tipos y estatus (Primario o secundario)
- Coberturas forestales y no forestales
- Fragmentación de la vegetación en el SA.
- Riesgo por sequía.- Bajo
- Peligro por incendios forestales (CONAFOR,2016).- Bajo
- Riesgo por incendios forestales (CONAFOR,2016).- Bajo
- Áreas prioritarias de atención por incendios forestales (CONAFOR, 2014).- Prioridad Media.

Fauna

- Número de especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 de probable ocurrencia. 7 especies, 2 aves, 4 reptiles y 1 mamífero.
- Especies y su estatus. 5 especies Sujetas a protección especial, 1 amenazada y 1 en peligro de extinción.
- No hay especies en el área de influencia y área del proyecto que se hayan reportado en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- 10 especies registradas (5 aves, 2 réptiles, 2 mamíferos y 1 anfibios) en el área del proyecto/AI.
- 5 especies endémicas (2 anfibios y 3 reptiles) en el SA.

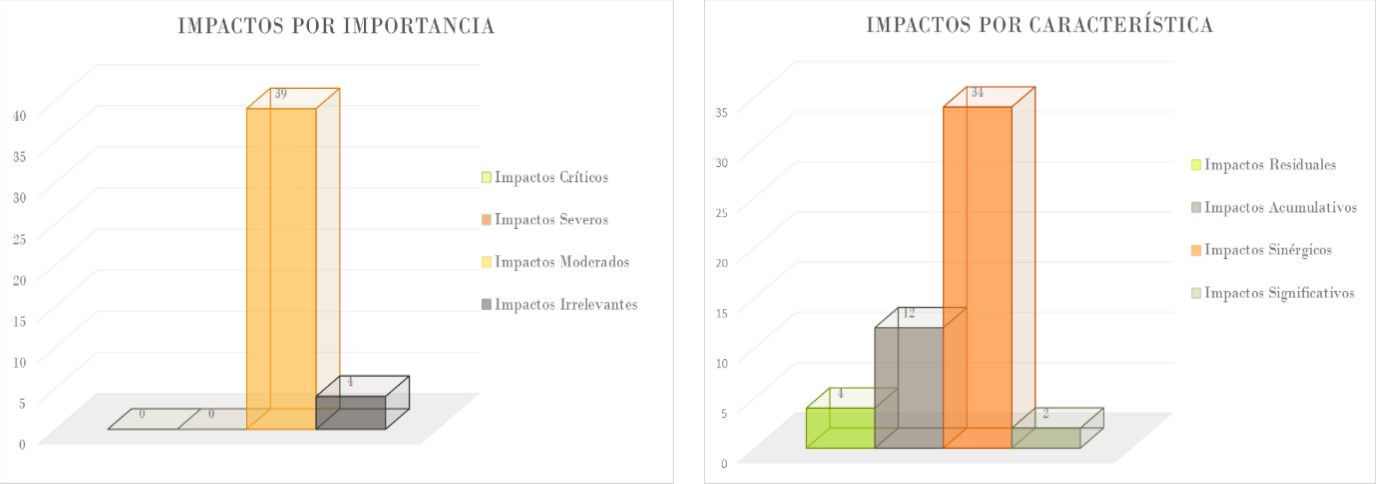
Paisaje

- Unidad Agrícola
- Unidad Urbana
- Unidad Ruderal

V.3 Resultados de la valoración de los impactos

V.3.1 Impactos caracterizados para la fase constructiva y operativa

Para las etapas constructivas del proyecto se estima que no se presentarán impactos Críticos o Severos negativos, donde para la etapa de construcción se tendrá que la mayor cantidad será de 39 impactos Moderados y solo 4 Irrelevantes. Con respecto a la caracterización se tiene que la mayor prevalencia se dará en impactos de tipo Sinérgicos con 34, 12 Acumulativos y 4 de tipo residual, para esta etapa del proyecto. Teniendo 2 de tipo significativo para el factor de Medio Económico.



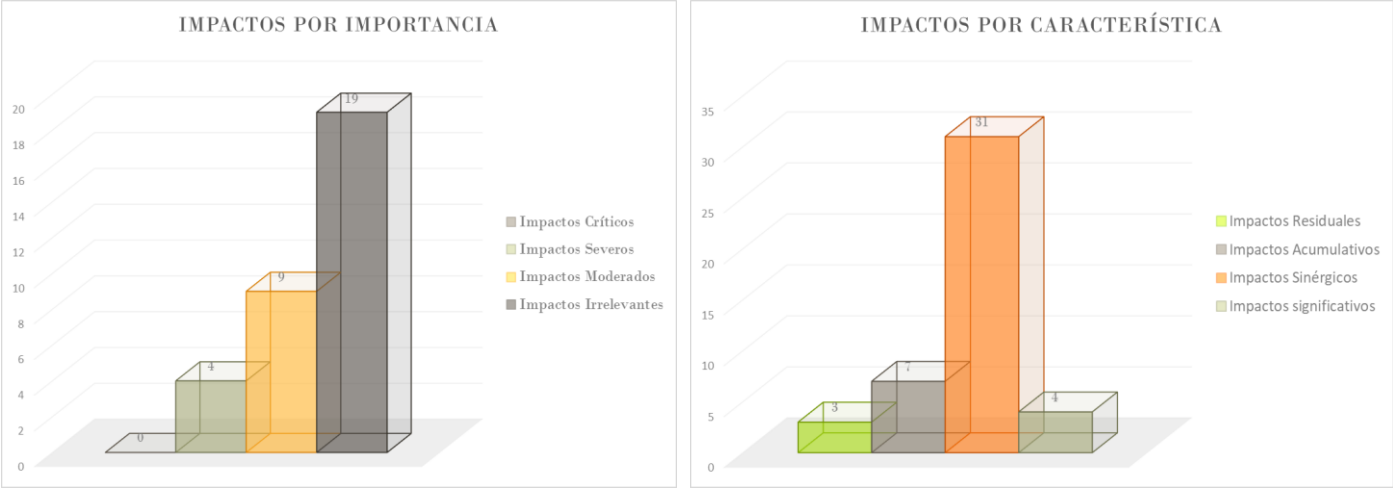
Gráfica 3. **Resultados de la Importancia y Caracterización de los Impactos durante la Preparación del sitio y Construcción del proyecto.**

El factor donde más se encontró impactos fue en el factor de fauna, agua y suelo, con impactos de tipo Moderados principalmente en la contaminación del hábitat y superficies donde se desarrollarán las actividades de construcción.

Los procesos del medio inerte en sinergia con los impactos hacía el agua a través del transporte de sólidos puede beneficiar que todo tipo de material pueda transportarse a través del escurrimiento Tecomaxtlahuaca, el cual es de tipo perenne, destacando el impacto de "Contaminación del Agua con Materiales Térreos y Pétreos", ya que este se presentará por el movimiento de suelo que se tendrá al ampliar la sección hidráulica y en caso de que se efectuara una mala disposición de los residuos sobre el cauce o que el manejo de estos residuos sea inadecuado, éste sea arrastrado y llegue al cuerpo de agua, afectando su calidad y por consiguiente la vida que de ella depende.

En cuanto a la categoría de los impactos presentados durante todas las actividades constructivas se observa la presencia de impactos de tipo Residual (4) y Sinérgico (34). Los impactos Residuales representan afectaciones permanentes en el medio, por lo que la topografía, paisaje y desmonte de vegetación ruderal, serán efectos permanentes. Por su parte, los impactos Sinérgicos considerados, constituyen impactos que su efecto no solo afecta a un componente en específico (Deposición de materiales ajenos al escurrimiento), sino que sus repercusiones alcanzan a afectar de manera considerable a otros componentes del medio como por ejemplo el hábitat de las especies, daño a su condición fisiológica, el aprovechamiento de las condiciones a especies tolerantes e influir en la ocupación de nuevos espacios, así como, áreas que propician el establecimiento de especies ruderales y no aquellas que son de gran valor para el ecosistema, disminuyendo recursos para la fauna.

Se tienen dos ***Impactos significativos positivos*** debido al empleo temporal que se tendrá directamente para los pobladores de Guadalupe Nundaco y San Martín Duraznos e incluso para aquellos que se ubican en la cabecera municipal de San Sebastián Tecomaxtlahuaca. Así mismo, se requerirá de insumos y servicios, lo cual apoyará económicamente a los comercios y servidores de manejo de residuos y disposición final, así como, renta de maquinaria, suministro de diesel, gasolina, insumos para la construcción y para los empleados como alimento, sanitarios portátiles, oficinas temporales, renta de casas, etc.



Gráfica 4. **Resultados de la Importancia y Caracterización de los Impactos durante la Operación sitio y Mantenimiento del proyecto.**

Para las etapas operativas del proyecto nuevamente son ausentes los impactos de importancia Crítica, mientras los impactos Severos se presentan en 4 ocasiones, siendo que solo uno será de tipo negativo debido a que el río Tecomaxtlahuaca ha causado la socavación de la estructura actual que se tiene y de acuerdo al estudio de socavación general en la sección de cruce, de acuerdo a los datos hidráulicos y a las condiciones del cauce, ***la socavación general del cauce es fuerte***, por lo que en teoría dicha socavación provocaría la inestabilidad de las márgenes del mismo haciéndola fallar de forma circular, y desplazando y/o deslizando el material hacia el cauce, esto es debido a la profundidad de socavación que está alcanzando actualmente, así mismo, la mayor línea de socavación presenta una elevación de 2088.29 m, y cada margen presentaría elevaciones de 2091.21 m y 2088.90 m respectivamente, dejando una altura teórica de talud en los márgenes de 15 metros aproximadamente, desestabilizando ambos, por lo que, como ***principal medida*** se tendrá que la cimentación será mediante pilas para asegurar la infraestructura.

Por otra parte, se tendrán impactos Severos (3), pero beneficios que se esperan del proyecto para la mejoría de interconexión de localidades y para centros de salud, educativos y comercial. Los impactos Moderados en esta etapa se refieren a la contaminación que se tendrá por el mantenimiento que se requiera, los cuales son menores a los irrelevantes que se tendrán, siendo que se contarán con tan solo 9 Moderados y 19 Irrelevantes. Los efectos irrelevantes se tendrán por contaminación del lugar y en el ecosistema de la fauna para aquellos usuarios que transiten en la zona y depositen deliberadamente sus residuos.

Con respecto a la relación de cada impacto ambiental y social se presentará conforme a lo siguiente:

Tipo. - El tipo hará alusión a su carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados, el cual se presentará en la columna de NAT (Naturaleza). Así mismo, se considerará si este es Residual, Acumulativo (Valor 1 o 4), Sinérgico (Valor 2 o 4) o Significativo (Intensidad + magnitud). La numeración se pondrá para identificar el tipo de impacto que se ha evaluado, de acuerdo a los criterios establecidos por Conesa.

Duración. - Se refiere al tiempo que permanecerá 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 correctivas. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, se considera que la acción produce un efecto Fugaz (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 (4). Estos valores se presentan en la columna PE.

Extensión. - Se referirá al área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y/o extenso (4). Estos valores se presentan en la columna EX.

Intensidad. - Las señales de alerta serán clasificadas en tres tipos: menor (Irrelevante), Moderados y mayores o severos. Mostrados en la columna de categoría.

Efecto. - Este atributo se referirá 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 (4), siendo en este caso la repercusión de la acción, consecuencia directa de esta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario (1), su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden. Los valores se presentan en la columna EF.

Indicador. – Este indicador describirá la presión que ejerce las diferentes actividades humanas sobre el ambiente y los recursos naturales.

VALORACIÓN ETAPA CONSTRUCTIVA												
FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NAT	EX	PE	EF	I	CATEGORÍA	RESIDUAL	ACUMULATIVO	SINÉRGICO	SIGNIFICATIVO	INDICADOR
AGUA												
Calidad del Agua	Contaminación del agua con residuos sólidos urbanos	-	1	2	4	28	MODERADO	NO	NO	SI	NO	NOM-001-SEMARNAT-1996
	Contaminación del agua con residuos peligrosos o manejo especial	-	1	2	4	39	MODERADO	NO	NO	SI	NO	
Dinámica de Cauces	Azolve con residuos de manejo especial	-	2	4	4	42	MODERADO	SI	SI	SI	NO	
	Extracción de agua de cuerpos no autorizados	-	2	2	4	36	MODERADO	NO	NO	SI	NO	
	Alteración de la dinámica del cauce temporalmente	-	5	2	4	43	MODERADO	NO	NO	SI	NO	Incremento en el nivel de agua: Bajo, Medio (Nivel de Aguas máximas), Alto, Muy Alto (Nivel de aguas extraordinarias)
Drenaje Superficial	Modificación de la superficie de escurrimiento laminar del suelo	-	1	2	4	29	MODERADO	NO	SI	SI	NO	Muy alto Alto Medio Moderado Bajo
SUELO												
Relieve y Topografía	Modificación a la topografía	-	1	4	4	34	MODERADO	SI	SI	NO	NO	Afectación Permanente: 1728.8252 Afectación Temporal: 543.8581
Calidad del suelo	Contaminación con residuos sólidos urbanos	-	1	2	4	28	MODERADO	NO	NO	SI	NO	% de superficie cubierta de estos residuos en el AI
	Contaminación con materiales térreos y pétreos	-	1	4	4	30	MODERADO	NO	NO	SI	NO	Contenido de materia orgánica, presencia de invertebrados, abundancia y diversidad de fauna en el suelo
	Contaminación con residuos peligrosos	-	1	4	4	33	MODERADO	NO	NO	SI	NO	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Textura de suelo Profundidad Infiltración

VALORACIÓN ETAPA CONSTRUCTIVA												
FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NAT	EX	PE	EF	I	CATEGORÍA	RESIDUAL	ACUMULATIVO	SINÉRGICO	SIGNIFICATIVO	INDICADOR
												Densidad aparente Capacidad de retención de agua Estabilidad de agregados Disponibilidad de nutrientes pH
Fertilidad	Retiro de capa orgánica de suelo	-	1	4	4	31	MODERADO	NO	SI	NO	NO	Suelos aptos para el cultivo
ATMÓSFERA												
Calidad del Aire	Aumento en la presencia de gases de combustión de hidrocarburos	-	2	1	4	27	MODERADO	NO	NO	NO	NO	NOM-041-SEMARNAT-2015 y la 045-SEMARNAT-2017.
	Generación de polvos	-	2	1	4	27	MODERADO	NO	NO	NO	NO	
Confort Sonoro	Alteración de la naturalidad por emisiones sonoras	-	2	1	4	28	MODERADO	NO	NO	SI	NO	NOM-080-SEMARNAT-1994
Microclima	Ampliación de la franja desprovista de vegetación	-	1	4	4	33	MODERADO	NO	SI	SI	NO	Afectación Permanente: 1728.8252 Afectación Temporal: 543.8581
PROCESOS DEL MEDIO INERTE												
Transporte de sólidos	Arrastre de residuos sólidos urbanos	-	2	2	4	30	MODERADO	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI
	Arrastre de suelo producto del despalme y excavaciones	-	2	2	4	41	MODERADO	NO	SI	SI	NO	
	Material depositado en el cauce del escurrimiento por actividades de colado y armado de columnas	-	2	2	4	32	MODERADO	NO	NO	SI	NO	
Compactación	Compactación de los horizontes del suelo	-	1	4	4	36	MODERADO	NO	SI	SI	NO	
VEGETACIÓN												
Vegetación Ruderal	Disminución de la cobertura vegetal (Ruderal)	-	1	2	4	24	IRRELEVANTE	NO	NO	NO	NO	Afectación Permanente: 1728.8252 Afectación Temporal: 543.8581
	Contaminación del hábitat con residuos	-	2	2	4	30	MODERADO	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25%

VALORACIÓN ETAPA CONSTRUCTIVA												
FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NAT	EX	PE	EF	I	CATEGORÍA	RESIDUAL	ACUMULATIVO	SINÉRGICO	SIGNIFICATIVO	INDICADOR
												25-50% 50-75% >75% del AI
FAUNA												
Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Colecta/ caza de individuos	-	2	2	4	31	MODERADO	NO	NO	SI	NO	7 especies, 2 aves, 4 reptiles y 1 mamífero.
	Contaminación del hábitat con residuos	-	2	4	4	33	MODERADO	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI
Reptiles	Muerte de individuos durante la operación de maquinaria	-	2	4	4	38	MODERADO	NO	SI	SI	NO	2 especies de reptiles
	Colecta de individuos	-	1	2	4	32	MODERADO	NO	NO	SI	NO	
	Contaminación del hábitat con residuos	-	2	4	4	33	MODERADO	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI
Anfibios	Muerte de individuos durante trabajos y por operación de maquinaria	-	1	4	4	38	MODERADO	NO	NO	SI	NO	1 especie de anfibio
	Colecta de individuos	-	1	2	4	30	MODERADO	NO	NO	SI	NO	
	Contaminación del hábitat con residuos	-	2	4	4	33	MODERADO	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI
Mamíferos	Colecta de individuos	-	1	2	4	30	MODERADO	NO	NO	SI	NO	2 especies de Mamíferos
	Contaminación del hábitat con residuos	-	2	4	4	33	MODERADO	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI

VALORACIÓN ETAPA CONSTRUCTIVA												
FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NAT	EX	PE	EF	I	CATEGORÍA	RESIDUAL	ACUMULATIVO	SINÉRGICO	SIGNIFICATIVO	INDICADOR
	Afectaciones por ruido	-	2	1	4	31	MODERADO	NO	SI	SI	NO	2 especies de Mamíferos
Aves	Contaminación del hábitat con residuos	-	2	4	4	33	MODERADO	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI
	Afectaciones por ruido	-	2	1	4	37	MODERADO	NO	SI	SI	NO	5 especies de aves
MEDIO PERCEPTUAL												
Unidad Ruderal	Acumulación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	-	1	4	4	31	MODERADO	NO	NO	SI	NO	Olor: Intolerante, Fuerte, Moderado, Débil, Imperceptible, Sin olor. Agua con materia flotante Agua clara sin materia flotante Visibilidad: km 0.5 km 1km 3km 5km Más de 5km
	Deterioro de los componentes estéticos	-	1	4	4	34	MODERADO	SI	SI	NO	NO	
Unidad de Agrícola	Acumulación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	-	1	2	4	26	MODERADO	NO	NO	SI	NO	
	Deterioro de los componentes estéticos	-	1	4	4	34	MODERADO	SI	SI	NO	NO	
Unidad Urbano	Acumulación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	-	1	2	4	25	IRRELEVANTE	NO	NO	NO	NO	
	Deterioro de los componentes estéticos	-	1	2	4	25	IRRELEVANTE	NO	NO	NO	NO	
MEDIO ECONÓMICO												
Comercio	Consumo de productos locales de las comunidades cercanas	+	4	2	4	49	MODERADO	NO	NO	SI	SI	Sin cambio Largo plazo Mediano plazo Corto plazo
Empleo	Empleo Temporal para los Pobladores de la Región	+	4	2	4	49	MODERADO	NO	NO	SI	SI	Número de empleos temporal
MEDIO SOCIAL												
Accidentes	Ocurrencia de accidentes	-	1	2	1	25	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	Factores de riesgo 0-25% de sus actividades (Bajo) 25-50% (Medio) 50-75% (Alto)

VALORACIÓN ETAPA CONSTRUCTIVA												
FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NAT	EX	PE	EF	I	CATEGORÍA	RESIDUAL	ACUMULATIVO	SINÉRGICO	SIGNIFICATIVO	INDICADOR
												75-100% (Crítico)

VALORACIÓN ETAPA OPERATIVA												
FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NAT	EX	PE	EF	I	CATEGORÍA	RESIDUAL	ACUMULATIVO	SINÉRGICO	SIGNIFICATIVO	INDICADOR
AGUA												
Calidad del Agua	Azolve con residuos de manejo especial	-	6	4	1	47	MODERADO	NO	SI	SI	NO	NOM-001-SEMARNAT-1996
	Contaminación del agua con residuos solidos	-	1	2	4	25	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	
	Contaminación del agua con residuos peligroso o manejo especial	-	1	2	4	24	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	
SUELO												
Calidad del Suelo	Contaminación con materiales térreos y pétreos	-	1	2	4	28	MODERADO	NO	SI	SI	NO	% de superficie cubierta de estos residuos en el AI Contenido de materia orgánica, presencia de invertebrados, abundancia y diversidad de fauna en el suelo Presencia de tiraderos a cielo abierto
	Contaminación con residuos sólidos urbanos	-	1	2	4	24	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	
	Contaminación con residuos peligrosos	-	1	4	4	27	MODERADO	NO	NO	SI	NO	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Textura de suelo, Profundidad, Infiltración, Densidad aparente, Capacidad de retención de agua, Estabilidad de agregados, Disponibilidad de nutrientes y pH
Erosión	Socavación del cauce	-	5	4	4	50	SEVERO	NO	SI	SI	SI	Nula, baja, moderada, alta, muy alta

VALORACIÓN ETAPA OPERATIVA												
FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NAT	EX	PE	EF	I	CATEGORÍA	RESIDUAL	ACUMULATIVO	SINÉRGICO	SIGNIFICATIVO	INDICADOR
PROCESOS DEL MEDIO INERTE												
Transporte de residuos	Arrastre de Residuos Sólidos Urbanos	-	1	2	2	22	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI
	Arrastre de Residuos de manejo especial y peligrosos	-	1	2	2	26	MODERADO	NO	NO	SI	NO	
ATMÓSFERA												
Calidad del Aire	Aumento en la presencia de gases de combustión de hidrocarburos	-	1	1	4	26	MODERADO	NO	SI	SI	NO	NOM-041-SEMARNAT-2015 y la 045-SEMARNAT-2017.
Confort Sonoro	Aumento en las emisiones sonoras del camino	-	2	4	4	36	MODERADO	NO	SI	SI	NO	NOM-080-SEMARNAT-1994
VEGETACIÓN												
Vegetación Ruderal	Contaminación del hábitat con residuos sólidos urbanos	-	1	2	4	23	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI
FAUNA												
Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Colecta de individuos	-	1	2	1	24	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	7 especies, 2 aves, 4 reptiles y 1 mamífero.
	Contaminación del hábitat con residuos sólidos urbanos	-	1	2	4	26	MODERADO	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI
	Atropellos	-	1	2	1	22	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	7 especies, 2 aves, 4 reptiles y 1 mamífero.
Reptiles	Colecta de individuos	-	1	2	1	22	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	2 especies de reptiles
	Contaminación del hábitat con residuos sólidos urbanos	-	1	2	4	24	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75%

VALORACIÓN ETAPA OPERATIVA												
FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NAT	EX	PE	EF	I	CATEGORÍA	RESIDUAL	ACUMULATIVO	SINÉRGICO	SIGNIFICATIVO	INDICADOR
												>75% del AI
	Atropellos	-	1	2	4	26	MODERADO	NO	NO	SI	NO	2 especies de reptiles
Anfibios	Contaminación del hábitat con residuos sólidos urbanos	-	1	2	4	24	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI
	Atropellos	-	1	2	4	25	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	1 especie de anfibio
Mamíferos	Colecta de individuos	-	1	2	1	22	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	2 especies de Mamíferos
	Contaminación del hábitat con residuos sólidos urbanos	-	1	2	4	24	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI
	Afectaciones por ruido	-	1	2	4	25	IRRELEVANTE	NO	SI	SI	NO	2 especies de Mamíferos
	Atropellos	-	1	2	4	25	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	
Aves	Contaminación del hábitat con residuos sólidos urbanos	-	1	2	1	21	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	>5% del AI 10-25% 25-50% 50-75% >75% del AI
	Afectaciones por ruido	-	1	2	4	25	IRRELEVANTE	NO	SI	SI	NO	5 especies de aves
PAISAJE												
Unidad Ruderal	Acumulación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	-	1	2	1	19	IRRELEVANTE	NO	NO	SI	NO	Olor: Intolerante, Fuerte, Moderado, Débil, Imperceptible, Sin olor. Agua con materia flotante

VALORACIÓN ETAPA OPERATIVA												
FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NAT	EX	PE	EF	I	CATEGORÍA	RESIDUAL	ACUMULATIVO	SINÉRGICO	SIGNIFICATIVO	INDICADOR
												Agua clara sin materia flotante Visibilidad: km 0.5 km 1km 3km 5km Más de 5km
MEDIO ECONÓMICO												
Comercio	Mejora de la infraestructura para el transporte y comercio de mercancías	+	4	4	4	51	SEVERO	SI	NO	SI	SI	Sin cambio, Largo plazo, Mediano plazo y Corto plazo
Empleo	Empleo Temporal para los Pobladores de la Región	+	2	2	4	36	MODERADO	NO	NO	SI		
MEDIO SOCIAL												
Infraestructura Urbana	Mejora en la interconexión de localidades	+	4	4	4	53	SEVERO	SI	NO	SI	SI	Sin cambio, Largo plazo, Mediano plazo y Corto plazo
Accidentes	Obstaculización parcial y temporal de la vía por obras de mantenimiento	-	1	2	1	20	IRRELEVANTE	NO	NO	NO	NO	Factores de riesgo, 0-25% de sus actividades (Bajo), 25-50% (Medio), 50-75% (Alto) y 75-100% (Crítico)
Calidad de Vida	Incremento de servicios en la región y abastecimiento de insumos básicos	+	4	4	4	51	SEVERO	SI	NO	SI	SI	Sin cambio, Largo plazo, Mediano plazo y Corto plazo

Bibliografía

Fernández-Vítora, C. (2013). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid, Barcelona, México: Ediciones Mundi Prensa 4ta edición.

http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx

Orea, D. G. (2003). Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi prensa, 2da edición. 749 pp.

CAPITULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Contenido

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 3

VI.1 PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL 3
VI.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS O DE MITIGACIÓN POR COMPONENTE AMBIENTAL 4
VI.2.1 Suelo 4
VI.2.1.1 Manejo y disposición adecuada de residuos Sólidos Urbanos (RSU) 4
VI.2.1.2 Manejo y disposición adecuada de residuos Peligrosos 5
VI.2.1.3 Manejo y disposición adecuada de residuos de manejo especial 7
VI.2.1.4 Seguimiento y control del manejo de residuos 7
VI.2.1.5 Acciones emergentes en caso de contaminación del suelo 8
VI.2.1.6 Aprovechamiento del suelo vegetal 9
VI.2.1.7 Acciones para para la protección contra socavamiento de los márgenes 9
VI.2.2 Hidrología 14
VI.2.2.1 Extracción de agua en sitios autorizados 14
VI.2.2.2 Evitar que la maquinaria y vehículos circulen o trabajen sobre el cauce de agua 14
VI.2.2.3 Técnicas de retención de sedimento provenientes de la obra hacia el cauce 14
VI.2.2.4 Retiro de la obra de desvío provisional 16
VI.2.2.5 Medidas emergentes en caso de derrames accidentales y contaminación de cuerpos de agua 16
VI.2.3 Atmósfera 18
VI.2.3.1 Trabajos exclusivos en horario diurno 18
VI.2.3.2 Actividades de obra, vehículos y maquinaria de acuerdo a reglamento 18
VI.2.3.3 Riego con agua en áreas de trabajo 19
VI.2.4 Suelo, hidrología y atmósfera 19
VI.2.4.1 Prohibición de derramamiento de contaminantes en suelo y agua 19
VI.2.4.2 Obras provisionales alejadas del escurrimiento, zonas inundables o áreas forestales 20
VI.2.4.3 Instalación y manejo adecuado de sanitarios portátiles 20
VI.2.4.4 Mantenimiento y reparación emergente de maquinaria y vehículos 21
VI.2.4.5 Limpieza de las áreas adyacentes al proyecto y de obras provisionales 22
VI.2.5 Medio inerte 23
VI.2.5.1 Descompactación y escarificación del suelo en los sitios abandonados por las obras provisionales 23
VI.2.5.2 Recolección y acarreo continuo de materiales 24
VI.2.6 Flora 25
VI.2.6.1 Rescate de flora en la superficie de la obra de desvío temporal 25
VI.2.6.2. Reforestación y revegetación de la superficie ocupada por la obra de desvío provisional 26
VI.2.6.3 Restauración integral 27
VI.2.7 Fauna 28
VI.2.7.1 Rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre 28
VI.2.8 Flora y fauna 29
VI.2.8.1 Delimitación de los polígonos de afectación directa 29
VI.2.8.2 Prohibición de uso de fuego 30
VI.2.8.3 Pláticas de concientización ambiental 30
VI.2.8.4 Instalación de letreros y/o carteles informativos temporales 31
VI.2.9 Medio económico y social 32
VI.2.9.1 Aplicación de la "Consulta a pueblos indígenas" 32
VI.2.9.2 Programa de Seguridad y Salud Ocupacional 33
VI.2.9.3 Programa de Contingencias 33
VI.2.9.4 Contratación preferencial de mano de obra 34
VI.2.9.5 Compensación económica justa 34
VI.2.9.6 Colocación de señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales 35

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La definición de medidas de mitigación contenida en La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental dice: "Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas".

Ahora bien, con base a los impactos obtenidos en el capítulo anterior (V) se realizó la propuesta de medidas de mitigación contenidas en el presente capítulo, siendo un conjunto de acciones que se deberán ejecutar de manera obligatoria para atenuar y evitar los impactos concernientes a las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), abarcando tanto obras permanentes como temporales.

VI.1 Plan de vigilancia ambiental

El objetivo principal del plan de vigilancia ambiental es que las actividades del proyecto, en sus etapas de construcción y operación, se realicen maximizando los beneficios y reduciendo la incidencia negativa sobre los elementos del medio físico, biológico y social, previniendo y supervisando los impactos que afecten al ambiente.

Dentro de las estrategias de mitigación y prevención de impactos, se considerará primordial que durante la ejecución del proyecto se cuente con por lo menos un profesional especialista como supervisor ambiental, que a su vez, cuente con el apoyo de profesionales en manejo de fauna, flora y asesor en aspectos de seguridad e higiene, con el fin de supervisar que las actividades propuestas como medidas de mitigación sean llevadas a cabo correctamente y en los tiempos planeados, para que se coordinen las acciones con el personal que participa en la construcción, así como su capacitación, teniéndose la capacidad de toma de decisiones en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se han previsto y/o que se detecten impactos que por su naturaleza no sean perceptibles en etapas previas.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, es decir, del seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación así como de los impactos ambientales, llevándose a cabo correctamente las primeras y, por consiguiente, los impactos se mitiguen como era previsto. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar la restauración integral.
- Organizar y supervisar el rescate y reubicación de fauna.
- Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica).

Igualmente, la supervisión requerirá un seguimiento que se deberá soportar por medio de documentación específica de cada medida, cuyas evidencias serán solicitadas por las instancias y la autoridad correspondiente. Por ello, los instrumentos que serán necesarios son bitácora, reportes tanto mensuales como finales y memoria fotográfica.

Tabla 1. **Instrumentos necesarios para el seguimiento de la supervisión ambiental**

Instrumento	Descripción
Bitácora	Formato donde se especificarán las actividades realizadas durante las obras.
Reporte mensual	Como su nombre lo indica, será un compilado del desarrollo de las actividades de la obra en este lapso de tiempo, así como el progreso de las medidas de mitigación con los impactos mitigados.
Memoria fotográfica	Todo reporte estará sustentado por anexo fotográfico que evidencie las acciones realizadas.
Reporte final	Ya finalizada las actividades, se elaborará un reporte con conclusiones a manera de evaluación de todo el desarrollo de la obra, mismo que contendrá lo llevado a cabo en materia ambiental.

Dicho esto, se propondrá un programa de vigilancia ambiental cuyo contenido especifique a detalle todo lo referente a esta actividad, encargado de ejecutarlo, objetivos, metodologías, indicadores de éxito, etc.

VI.2 Descripción de las medidas preventivas o de mitigación por componente ambiental

VI.2.1 Suelo

VI.2.1.1 Manejo y disposición adecuada de residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Los Residuos Sólidos Urbanos, serán aquellos que provengan de las actividades cotidianas de los trabajadores, por lo que se tendrán que colocar contendedores en los diversos frentes de trabajo, quedando en las cercanías para poder disponer de ellos. Los contenedores podrán ser de plástico o metal con una capacidad mínima de 200 litros; al ser residuos RSU, deberán de estar correctamente señalizados y separados dependiendo del residuo, primeramente en orgánicos e inorgánicos, y estos últimos subdivididos en aluminio o latas, plásticos, vidrio y papel/cartón; para diferenciarlos se podrán utilizar diferentes colores para los contenedores, o en su caso, letreros que indique el tipo de residuos para el que será usado, el objetivo es que sean claramente identificados.



Imagen 1. Ejemplo de contenedores y su identificación por colores

Al tratarse de un puente que cruza un cauce, los contenedores o botes deberán estar alejados del cuerpo de agua a no menos de 100 metros de distancia y todos deberán contar con tapa para evitar que se derramen los residuos o que el agua entre al contenedor.

Constantemente deberán ser revisados y vaciados para que no se llenen y puedan ser utilizados correctamente. El contenido se llevará a un almacén temporal, donde permanecerán hasta finalmente ser dispuestos en un relleno sanitario más cercano. En este lugar, los residuos se dispondrán dependiendo de su reciclaje.

Tabla 2. **Disposición de residuos dependiendo de su tipo (reciclado o no reciclado)**

Tipo	Descripción
Residuos reciclables	Los empaques de cartón, plásticos, sobrantes de soldadura y metales, entre otros, se separarán y almacenarán temporalmente para su aprovechamiento enviando sobrantes a empresas autorizadas para su reciclaje. Todos estos residuos se mantendrán en un área delimitada preferentemente con muros de contención y sobre una plancha de concreto para evitar el lixiviado de los mismos ante cualquier derrame de líquido, además se sugiere que el sitio se encuentre techado precisamente para que en temporada de lluvias se evite la mezcla de los residuos con el agua pluvial.
Residuos no reciclables	Los residuos no reciclables, se deberán disponer en sitios autorizados por las autoridades competentes. No se deberá verter los residuos en predios sin aparente vegetación, en cuerpos de agua o cualquier lugar donde se afecte la calidad ecológica del sitio.

Para evitar la dispersión y contaminación en el almacenamiento temporal, la disposición final se realizará periódicamente y se efectuará siempre conforme a previa autorización del relleno sanitario municipal.

VI.2.1.2 Manejo y disposición adecuada de residuos Peligrosos

Los residuos peligrosos son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos (LGPGIR). Por ello, en la obra estarán compuestos por restos de trapo, estopa, guantes, refacciones de la maquinaria y vehículos (filtros, bujías, etc., generados por las reparaciones menores realizadas en el sitio) que estén impregnados con combustible, aceite o ambos, así como, madera de cimbra impregnada que ya no pueda ser reutilizada y suelo contaminado por derrames.

Estos residuos requerirán especial atención siendo dispuestos en principio en tambos separados, líquidos y sólidos, los cuales deberán contar con tapa y serán etiquetados apropiadamente para poder ser identificados al instante. Bajo ningún motivo se mezclarán con otro tipo de residuo. Al ser recolectados, serán llevados al almacén temporal.

Habrá un almacén temporal de residuos el cual debe tener ciertas particularidades para funcionar óptima y seguramente, construyéndose con materiales incombustibles y con las siguientes indicaciones básicas:

- El almacén deberá colocarse en sitios con poca pendiente o ninguna.

- Deberá contar con piso impermeable que cubra al suelo natural de cualquier contaminación, para lo cual se recomienda excavar 10 centímetros en toda el área donde se vaya a desplantar el almacén y después colar un piso de cemento.
- Contará con dispositivos para contener posibles derrames, o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- Se recomienda levantar muros de 50 centímetros de alto y colocar malla ciclón a fin de permitir la ventilación.
- Deberá estar techado.
- Su ubicación deberá situarse separado de las áreas de almacenamiento de materias primas o productos terminados y en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones y principalmente de inundaciones, por lo que su instalación no se localizará cerca de áreas forestales y no menos de 100 metros de cualquier cuerpo de agua.
- Contará con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia.
- Por seguridad, el almacenamiento temporal obligatoriamente contará con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, así como señalamiento y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos almacenados. Los extintores estarán localizados en un sitios de fácil acceso, visible, protegido de la intemperie y a una altura máxima de 1.5 m (medidos del piso a la parte más alta del extintor); el agente extinguidor recomendado para fuego clase A y B es el polvo químico seco tipo ABC, halón o espuma mecánica.



Imagen 2. Ejemplo de un almacén temporal de residuos peligrosos

Al ser generadora de este tipo de residuos, la empresa constructora deberá estar registrada ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ya sea como Micro o pequeño generador de residuos peligrosos; en dado caso de que los residuos no rebasen un volumen de 400 kg/año se considerará como micro generador; pero esta categoría podrá modificarse en caso de que el volumen calculado varíe, de acuerdo a la supervisión en campo.

El transporte a instalaciones donde se le dé tratamiento y/o disposición final, podrá realizarse de dos formas: una, por medio de una empresa autorizada por la SEMARNAT para este servicio, la cual se contratará y determinará la frecuencia de la recolección, o la empresa constructora podrá

realizar este traslado (siempre que esté catalogada como microgenerador), cubriendo los aspectos indicados en el artículo 85 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Asimismo, se deberá de sujetar y acatarse a lo que establece la LGPGIR.

VI.2.1.3 Manejo y disposición adecuada de residuos de manejo especial

Los residuos de manejo especial son aquellos que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos, de acuerdo a la LGPGIR.

Una vez que se generen los residuos de manejo especial, estos deberán llevarse directamente a la instalación de almacenamiento temporal y ser vaciados en los contenedores correspondientes de acuerdo al tipo de residuo que se trate.

Los contenedores destinados para la disposición temporal de residuos de manejo especial pueden ser de capacidad de 200 litros, con etiquetas o señalización diferente a los otros tipos de residuos, evitando confusiones y una clara identificación. Su instalación será en lugares donde se genere la mayor cantidad de residuos de este tipo, como lo son talleres, patios de maquinaria, almacenen y bodegas.

El almacén temporal de estos residuos, deberá contar con:

- 4 contenedores como mínimo para poder usarse, los cuales estarán debidamente identificados; la capacidad de los contenedores se establecerán por parte de la constructora en base a los residuos generados, la infraestructura disponible y las características del residuo.
- Contará con una capa impermeable que cubra al suelo natural de cualquier contaminación por este tipo de residuos.
- Ubicado al menos a 100 metros de distancia de cuerpos de agua, en sitios planos preferentemente con poca o ninguna pendiente y lejos de áreas forestales.
- Preferentemente deberán contar con una altura adecuada para resguardar residuos de gran tamaño, los cuales en la medida que sean almacenados correctamente y cuenten con un buen tamaño podrán ser reutilizados.

Es importante mencionar, que en este almacenamiento se podría dar el caso de que los residuos fueran de gran tamaño, no pudiendo caber en los contenedores o tambos, por lo que estos podrán dejarse fuera de los mismos en áreas debidamente delimitadas.

Se podrán contratar los servicios de empresas de manejo de residuos de manejo especial, para cualquiera de las operaciones que comprende su manejo.

VI.2.1.4 Seguimiento y control del manejo de residuos

Antes de empezar actividades, todo el personal que labore en la obra deberá ser instruido para la correcta disposición de los residuos que se generen durante las actividades concernientes al proyecto, desde su inicio a su fin. La capacitación y acatamiento de las indicaciones será obligatoria para toda la planta de trabajo, realizándose pláticas de 5 minutos que evitarán la contaminación tanto del suelo como del escurrimiento.

A su vez, se deberá llevar un registro del prestador de servicios, las cantidades y tipos de residuos generados, la forma de manejo y el destino final. Todo esto podrá anotarse y controlarse por medio de bitácoras, enviando los resultados al supervisor responsable de los aspectos ambientales. La documentación e informes se realizarán mensualmente para tener una base de datos confiables, contando con los manifiestos de entrega-recepción de residuos como evidencia de su correcto manejo.

VI.2.1.5 Acciones emergentes en caso de contaminación del suelo

La NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 considera sustancias peligrosas como lo es el aceite o hidrocarburos, que en caso de un derrame, se deberá actuar de manera inmediata y realizar las acciones emergentes que restauren el suelo, notificando inmediatamente a los supervisores ambientales o de seguridad e higiene el lugar del derrame.

A continuación, se enlistan algunas recomendaciones básicas para actuar oportunamente ante eventos de derrames accidentales:

- Se identificará la fuente del derrame, además del tipo de contaminante y riesgos asociados.
- Lo siguiente es impedir que vuelva a suceder, por lo que la fuente del derrame deberá arreglarse, repararse o cambiarse (puede ser que un contenedor este dañado, la maquinaría esté averiada, etc.).
- También se debe evitar que el derrame se mezcle con otras sustancias.
- Ahora bien, se aplicarán acciones de acuerdo al volumen del derrame en suelo natural afectado, menor o mayor a 1 m^3.

Tabla 3. **Acciones a efectuar en derrames y contaminación de suelo natural**

Volumen de suelo natural afectado	Acciones
Menor a 1 m^3	De ser un derrame accidental mínimo y pequeña la superficie afectada, se colocará material absorbente sobre dicha superficie, evitando que se propague más. Luego se retirará el material absorbente con la sustancia derramada y se colocará en un contenedor adecuado y llevándolo al almacén de residuos peligrosos, disponiéndolo en un contenedor adecuado. El suelo natural afectado se deberá retirar y será colocarlo en los contenedores correspondientes, los cuales estarán etiquetados y tapados.
Mayor a 1 m^3	Para este caso se deberán aplicar medidas de restauración de suelos por medio de empresas especializadas. Algunos métodos que podrían emplear son utilización de lodos residuales como fuente alterna de nutrientes, utilización de bacterias, inyección de aire, biopilas y atenuación natural.



Imagen 3. Ejemplificación de un suelo contaminado

VI.2.1.6 Aprovechamiento del suelo vegetal

Durante las actividades de despalme, se realizará la remoción de la capa orgánica de suelo, misma que deberá recuperarse para ser utilizado para las medidas de restauración integral del área propuesta. Esta capa de suelo es importante dado que es rica en germoplasma y contiene nutrientes.

- Los primeros centímetros de suelo orgánico deberán ser recuperados (si las condiciones del terreno lo permiten), acción realizada después del desmonte, ya sea de forma manual con palas o maquinaria, transportándolo en carretillas o igualmente con maquinaria.
- Dicho material se propone que sea llevado a los sitios temporales El objetivo es que esté en sitios donde no impida el paso del cauce natural o en lugares donde se invadan cuerpos de agua o perturben a la fauna, así como no obstruir la construcción o acciones constructivas del puente, siempre evitando sitios contaminados.
- Es importante que este material se proteja de no mezclarse con el material de despalme o con otros materiales de más profundidad ya que pierde sus características para restauración. También debe ser protegido contra la acción erosiva del agua, viento y acción directa del sol, para lo cual se pueden emplear lonas.
- Se deberá regar y revisarse con periodicidad para mantener sus condiciones favorables de humedad y de utilidad.
- En caso de la vegetación a desmontar, esta deberá ser triturada en trozos pequeños (en el caso de leñosas, principalmente ramas, hojas y si los tallos no son tan gruesos igualmente se triturarán) para mezclarla con el suelo fértil del despalme y acelerar su descomposición.
- Es primordial considerar el uso inmediato o lo antes posible para evitar su pérdida por el viento o la lluvia, por lo que al irse realizando dicha actividad, podrá utilizarse de manera paulatina.

VI.2.1.7 Acciones para para la protección contra socavamiento de los márgenes

La socavación es el resultado de la acción erosiva del flujo de agua que arranca y acarrea material de lecho y de las bancas de un cauce, convirtiéndose en una de las más comunes fallas en puentes.

Para este proyecto, las pilas de cimentación para los apoyos del mismo se alojarán completamente dentro de ambos márgenes, por lo que, al no estar expuestos los apoyos en el cauce del río, no se presentará la socavación en los mismos. No obstante, la socavación podría provocar inestabilidad de los márgenes desplazando y/o deslizando el material hacia el cauce. Por ello, se propondrán técnicas para evitar el sacovamiento descrito, la cuales podrán realizarse en conjunto o una sola de acuerdo a las características del proyecto y a un análisis en campo que permita obtener características importantes sobre la naturaleza de los taludes en los márgenes que se generen, tales como el grado de pendiente, el tamaño de los cortes y el tipo de suelo y formación geológica de la que se trate, por mencionar algunas, para tener una mayor certeza de las técnicas a implementar y aumentar las posibilidades de éxito en la estabilización y evitar el socavamiento, técnicas que serán elegidas conforme el supervisor ambiental lo determine.

VI.2.1.7.1 Protección del talud de la orilla superior

La orilla superior está sujeta a altas velocidades y a la fluctuación del nivel del agua desde el nivel de aguas máximas extraordinarias hasta el nivel de aguas medias bajas, lo que ocasiona el arrastre de partículas finas.

La protección se logrará con revestimientos que se apoyan directamente sobre el talud de la orilla y se extienden hasta el fondo del cauce. Se construyen con materiales que no pueden ser arrastrados por la corriente, generalmente enrocados. Entre estos materiales y los del cauce se suele colocar un filtro que impide que las partículas finas salgan entre los huecos de la protección debido a la turbulencia y vórtices producidos por la corriente y a las rápidas fluctuaciones de los niveles del agua, sobre todo en épocas de avenidas.

En el diseño de revestimientos, ya sea que se usen para protección de la orilla superior o inferior, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los taludes, dependiendo del tipo de material de las bancas, deben tener una pendiente adecuada con el fin de asegurar la estabilidad tanto del material a proteger como del protector.
- Los revestimientos o cubiertas protectoras de las orillas deben ser porosas para permitir el drenaje a través de ellas y evitar la presencia de subpresiones que levanten y dañen la cubierta.
- La cubierta debe ser colocada sobre un filtro construido de grava gradada o telas sintéticas colocado en los sitios donde pueda presentarse movimiento de partículas hacia el exterior.
- Las medidas protectoras deben extenderse hacia el lecho del cauce con el fin de proteger la pata del talud, especialmente en aquellos casos en que esta erosión sea agresiva y atente contra la estabilidad de todo el talud.
- La clase de revestimiento a usar está también sujeta al tipo de operaciones que son permitidas en el cauce, por ejemplo, el acceso al río de personas y animales y consideraciones ecológicas.
- Los revestimientos deben ser flexibles, hechos con enrocado o gaviones, para que se acomoden a asentamientos y deformaciones, lo que no se logra con un revestimiento rígido de losas de concreto que requieren de gran control en la construcción y durante su vida útil.

Revestimiento con enrocados

Los enrocados son protecciones en piedra o fragmentos de roca que se colocan en los canales en tierra y cauces naturales. Están compuestos de una capa de material bien gradado, durable, redondeado o angular, suelto o con mortero de pega, sin o sobre filtros de gravilla y arena o geotextiles.

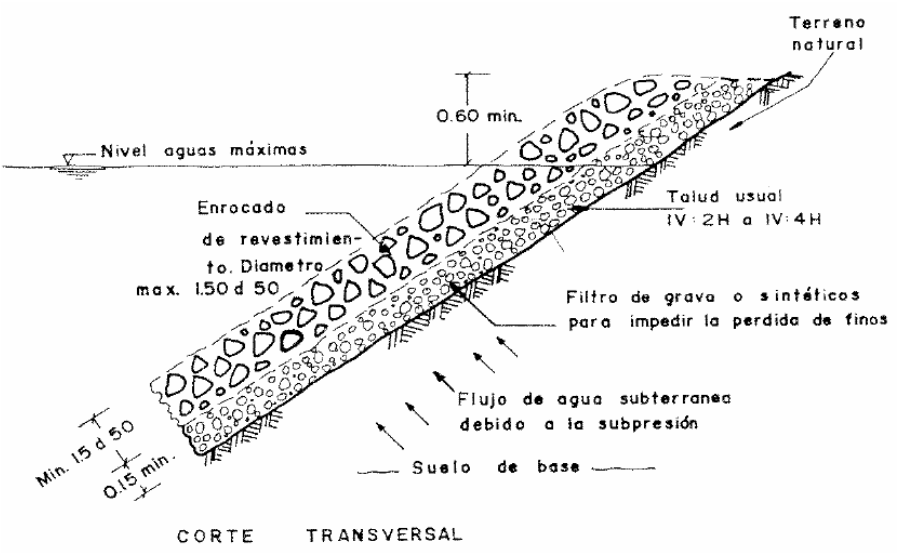


Imagen 4. Esquema del revestimiento con enrocado

Existen muchos métodos para calcular el tamaño de las piedras a emplear y cualquiera de los existentes dan resultados que varían dentro de rangos bastante amplios. Para aquellos casos en que el enrocado encontrado en la zona no reúna los requisitos de tamaño y peso, debe usarse mortero de pega tomándose las necesarias precauciones para permitir el drenaje a través de él y evitar que fuerzas de subpresión levanten el revestimiento. Otra posibilidad, es el uso de materiales prefabricados.

Los filtros son usados bajo el enrocado para evitar la pérdida de partículas finas del suelo que se puede producir después del paso de una creciente en suelos sin o con poca cohesión, tales como gravas y arenas finas. Los filtros son de tipo granular o geotextiles, siendo más comunes los primeros, pero también se pueden emplear telas sintéticas reemplazando algún componente del filtro gradado. En el caso de usarse geotextiles, el tamaño de la piedra en contacto con el filtro debe limitarse, o colocarse una capa protectora de material, para evitar que la tela sea deformada o rota debido a la colocación del enrocado o por la diferencia de tamaños que pueden generar esfuerzos de tensión que deformen la tela. Los filtros deben reunir dos requisitos básicos: estabilidad y permeabilidad.

Revestimiento con gaviones

Se aplican a cauces de alto aporte de sedimentos, para corregir cauces poco contaminados, por lo general son de sección rectangular y son revestidos en concreto para aumentar su vida útil.

La protección se logra con una serie de colchones de gaviones consistentes en cajones de malla de alambre rellenos de piedra colocados sobre la ribera y apoyados en un muro de pata. El tamaño de cada cajón puede ser de 4x1 m^2 hasta 4x4 m^2. El espaciamiento entre alambres es de 5 a 14 cm. La malla del gavión se rellena con piedras o cantos rodados de tamaño mínimo de 10 cm. El tamaño de las piedras que quedan próximas a las mallas no debe ser menor de 1.5 veces la separación entre alambres. Los gaviones son obras temporales o semipermanentes muy usados en ríos por su flexibilidad y economía frente a otras alternativas.

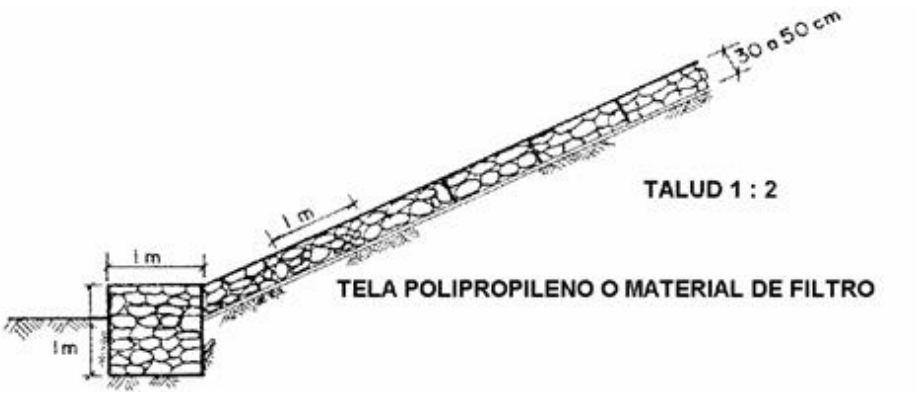


Imagen 5. Esquema del revestimiento con gaviones

Revestimientos con suelo-cemento

En zonas donde el enrocado no sea de fácil consecución, puede resultar más barato el uso de bloques hechos de una mezcla compacta de suelo, cemento y agua para estabilizar laderas de ríos y canales. Se usan especialmente cuando las laderas consisten de suelos limosos y arcillosos y en ríos que experimentan crecientes de corta duración, ya que este tipo de suelos tiene alta resistencia al corte si están secos pero muy poca si están saturados.

El material se coloca típicamente formando gradas mediante compactación de capas horizontales, aunque también se puede colocar paralelamente al talud en proyectos pequeños de protección e inclinaciones más suaves. El ancho de las capas de revestimiento es usualmente de 2.4 m o el necesario para tener comodidad en la construcción y los espesores de cada capa varían entre 15 cm y 23 cm. Es importante tener una transición gradual entre el revestimiento y la zona no protegida lo que se logra colocando enrocado al pie, extendiéndolo hasta el límite de la socavación esperada. El revestimiento se comporta como si fuera rígido por lo que hay que prever drenaje para aliviar presiones hidrostáticas.

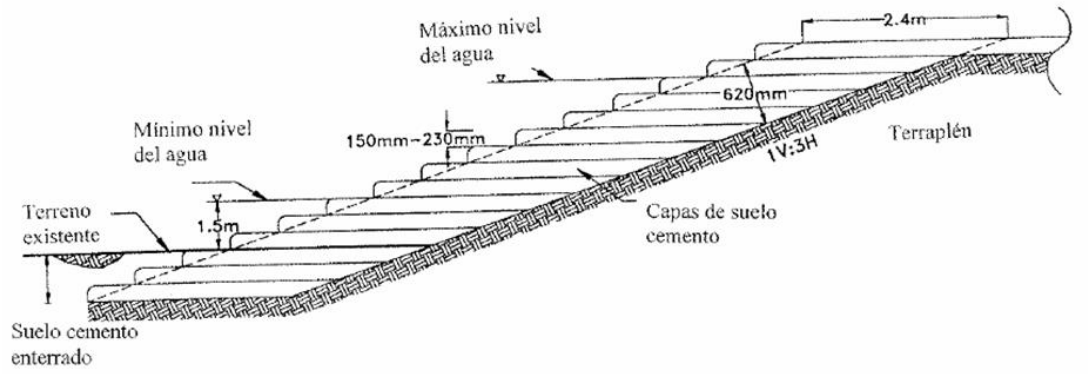


Imagen 6. Esquema del revestimiento con suelo-cemento

VI.2.1.7.2 Protección de la orilla inferior

La orilla inferior está sometida a problemas similares a los de la orilla superior, pero por estar siempre sumergida, sufre la permanente acción de la corriente que puede producir socavación del

talud. La parte más importante a proteger es el pie de la orilla puesto que sirve de apoyo del talud superior.

Prolongación de la protección de la orilla superior

La forma más común de protección es prolongando el revestimiento del talud superior para lo que se requiere excavar y continuar el revestimiento usado parar proteger la orilla hasta encontrar material no erodable o hasta la profundidad de erosión prevista. Este método resulta confiable pero no siempre es práctico y económico dependiendo de las profundidades a proteger. Ambas protecciones presentan las limitaciones de los enrocados vistas anteriormente y no impiden la socavación de la pata del talud.

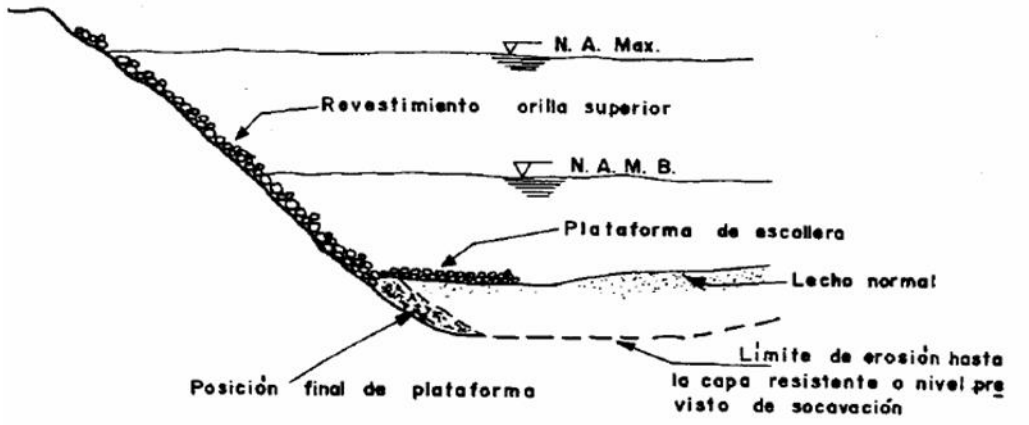


Imagen 7. Esquema de la prolongación de la protección de la orilla superior

Muros en gaviones

Se conforman en bloques cúbicos de 1 m de lado, colocados sobre un colchón o plataforma, que se extiende a manera de voladizo hacia el cauce, a fin de evitar la socavación del muro propiamente dicho.

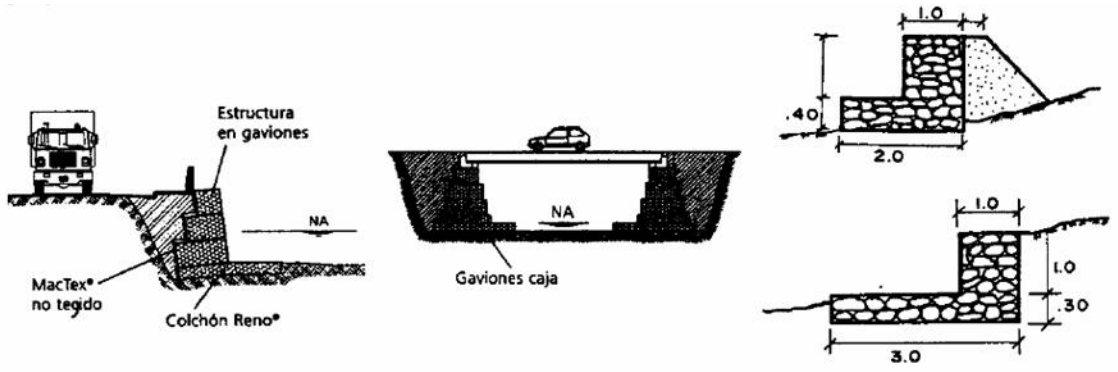


Imagen 8. Esquema de los muros de gaviones

VI.2.2 Hidrología

VI.2.2.1 Extracción de agua en sitios autorizados

Queda estrictamente prohibida la obtención de agua para los diferentes procesos constructivos de cuerpos cercanos al proyecto, por lo que el agua a utilizar deberá de ser obtenida de un distribuidor autorizado para este fin, que cuente con los permisos correspondientes y que haga la entrega de este insumo en los puntos donde se requieran por medio de pipas.



Imagen 9. Ejemplificación de la obtención de agua por medio de pipas

VI.2.2.2 Evitar que la maquinaria y vehículos circulen o trabajen sobre el cauce de agua

La maquinaria o vehículos no deberán circular sobre el cuerpo de agua, no haciendo maniobras ni trabajando sobre dicho factor. De la misma manera, quedará prohibido lavar maquinaria o cualquier componente de vehículos sobre el lecho de las corrientes superficiales.

VI.2.2.3 Técnicas de retención de sedimento provenientes de la obra hacia el cauce

Para evitar la caída de sedimento dentro del escurrimiento, pensando en que se trata de la construcción de un puente, por lo que la cercanía al cauce es extrema, se deberá colocar un sistema de protección que sirva como barrera, evitado la contaminación del cuerpo de agua. Se podrá hacer uso de varias técnicas, utilizándose de acuerdo a las características del proyecto, un ejemplo son las barreras de sedimento y los diques con sacos.

VI.2.2.3.1 Barrera de sedimento

Las barreras de sedimento son una técnica que sirve para reducir el movimiento de sedimentos, son usadas donde el flujo laminar de agua se puede estancar permitiendo que se asiente el sedimento, manteniéndolo en un área.

La instalación y funcionamiento de la barrera consistirá en lo siguiente:

- Se colocarán al pie de una pendiente, es decir, los extremos de la cerca de forma ascendente a la pendiente para crear un almacenamiento temporal para los sedimentos y escorrentía, de forma que el flujo de sedimento pase por la cerca.

- Las cercas no deben ser ubicadas en áreas por donde el flujo de agua y sedimento sea excesivo como en canales o pases de agua.
- Se nivelará la zona detrás de la cerca para proveer un área amplia donde almacenar sedimentos y escorrentías.
- El sedimento acumulado debe ser retirado cada vez que sea necesario para que la barrera no pierda su funcionalidad y evite que el material "fino" se disperse o genere que la cerca por acumulación se rompa y por lo tanto no cumpla el objetivo de evitar el daño a los escurrimientos.
- El material retirado producto de la limpieza será dispuesto correctamente según sea su tipo.



Imagen 10. Ejemplificación de una barrera de sedimento

Se debe mencionar que las barreras de sedimentos solo serán temporales y su éxito radicará en el mantenimiento constante de ellas durante las etapas que serán instaladas y funcionando, arreglándose al verse un desperfecto, retirando la barrera una vez se finalice la obra constructiva. Asimismo, se deberán vigilar dado que fauna podría quedar atrapada, teniendo que ser rescatada.

VI.2.2.3.2 Diques con sacos

Otra alternativa son los diques con saco, siendo una opción de bajo costo y sencilla, dada su facilidad de instalación y los recursos empleados.

Básicamente su colocación y funcionamiento será el siguiente:

- Los costales deberán ser rellenados con la misma tierra del sitio al menos a la mitad o 2/3 partes del mismo, atando cerca del borde.
- Serán acomodados como una barrera paralela hacia el cauce uno sobre otro.
- En los lugares donde se acumule sedimento, se limpiará inmediatamente de estos removiendo el material una vez alcance la mitad de la altura de la barrera o dique.
- El material producto de la limpia (sedimentos), se dispondrán en los sitios autorizados y según sea su tipo.



Imagen 11. Esquema de la elaboración de un dique con sacos

La inspección de los diques se realizará con regularidad, evitando un mal funcionamiento y con ello el excesivo depósito de material que pudiera brincar al agua, reparándose inmediatamente una vez se vea una imperfección en su funcionamiento. Finalmente, se hará el retiro de la estructura para evitar posibles afectaciones con ella, siendo una medida temporal.

VI.2.2.4 Retiro de la obra de desvío provisional

Dentro de las obras planteadas, se realizará una obra de desvío temporal que servirá para desviar la circulación de los vehículos por ese camino al no estar en funcionamiento y en construcción el puente, por lo que al momento de finalizar el proyecto, se hará el retiro de esta obra temporal removiendo todo lo referente a la misma, como es el terraplén, los tubos de drenaje, etc.

Es necesario enfatizar, que dicha obra será solo utilizada durante la construcción del proyecto, sirviendo no solo para los vehículos, sino que por sus características funcionará para encauzar el escurrimiento y que no se modifique su flujo, cruzando el agua por medio de tubos instalados en dicho camino como obras de drenaje; sin embargo, su retiro será primordial, puesto que este camino no cuenta con las características idóneas en cuanto a la capacidad hidráulica para que transite libremente el agua y sin problemas de desbordamiento a largo plazo; sumado a eso, se debe dejar el área utilizada para dicha obra como se encontraba previo a su afectación, preservando mismas interacciones ecológicas que tenía la zona, sin impactos adversos residuales de esta obra provisional.

VI.2.2.5 Medidas emergentes en caso de derrames accidentales y contaminación de cuerpos de agua

Siempre la primera respuesta ante un suceso como un derrame de un contaminante en un cuerpo de agua es la notificación; por ello, al presentarse un incidente, cual sea su grado, el personal que observe dicha contaminación, deberá informar inmediatamente al supervisor ambiental, cuyo puesto servirá para informar a su vez a superiores y a evaluar la situación, decidiendo la ruta a seguir.

El supervisor ambiental en conjunto con la Promovente deberá gestionar la planeación anticipada de las acciones de mitigación por casos de derrames, con base en los escenarios derivados de los análisis de riesgos, teniendo que restaurar las áreas afectadas. El grado de restauración será determinado por las autoridades ambientales correspondientes.

La contención y recuperación son las primeras acciones a tomar, las cuales se realizarán junto con la dispersión mecánica (chorros de agua o propoleo). La dispersión química y/o la quema *in situ* se aplicarán solo como respuestas alternativas con previa aprobación por parte de las autoridades competentes. El procedimiento general que se llevará a cabo para derrames en cualquiera de los casos se muestra en la siguiente imagen:



Imagen 12. Condiciones de respuesta

El supervisor ambiental deberá gestionar la planeación anticipada de las acciones de mitigación por casos de derrames, con base en los escenarios derivados de los análisis de riesgos, de manera particular los que hacen referencia al peor caso de incidente contaminante y al caso más probable de su materialización.

Se considerarán lo siguiente en caso de derrames de nivel mayor:

- Obtener de expertos externos asesoramiento en limpieza de derrames y las medidas relacionadas necesarias.
- La posible prevención o reducción de la descarga.
- Movilizar personal, equipos y materiales de fuentes internas y, de acuerdo al nivel de respuesta, externas.
- Llevar a cabo el Plan de Contingencias.

En todo caso, se puede hacer uso de las técnicas de biorremediación, que consisten en el uso de microorganismos como plantas, hongos, bacterias naturales o modificadas genéticamente para neutralizar sustancias tóxicas, transformándolas en sustancias menos tóxicas o convirtiéndolas en inocuas para el ambiente y la salud humana.

Técnicas de biorremediación

La biorremediación puede clasificarse de acuerdo al organismo que efectúe la degradación del compuesto xenobiótico, y se aplica según el nivel, tipo de niveles de respuesta y tipo de contaminante, existiendo varios métodos. Es importante señalar que la aplicación de esta técnica será exclusiva por una empresa especializada.

La recuperación para cuerpos de agua contaminados más empleadas son el bombeo de agua y posterior tratamiento en superficie, inyección de soluciones acuosas con reactivos e inyección de aire para eliminar sustancias volátiles y el uso de microorganismos para transformar y degradar el contaminante. Para el caso de cuerpos de agua contaminados existen varios métodos:

- Utilización de bacterias.
- Inyección de aire.
- Sistemas bio-absorbentes.
- Microalgas.

VI.2.3 Atmósfera

VI.2.3.1 Trabajos exclusivos en horario diurno

Al estar cerca el proyecto de lugares urbanizados, ya hay cierta alteración del medio en todo momento, no obstante, lo que se busca es conservar lo mejor posible, por lo tanto, se deberá trabajar únicamente durante el día, realizando todas las actividades constructivas en estos momentos donde incluso no afecten a la fauna silvestre que se encuentre en las inmediaciones.

Esta medida no solo es pensada para proteger el medio ambiente y ecosistema de la zona, sino que por seguridad de los trabajadores es adecuado solo funcionar durante el día, momentos donde la visibilidad es total y se pueden evitar accidentes.

VI.2.3.2 Actividades de obra, vehículos y maquinaria de acuerdo a reglamento

Se requerirá en todo momento apegarse a las condiciones de higiene de trabajo las cuales se estipulan en el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, en su título tercero "Condiciones de Higiene", Capitulo Primero "Ruido y Vibraciones", artículos 76 al 78 y en la NOM-011-STPS-2011, emitidas por la Secretaria de Trabajo y Protección Social.

En cuanto a la NOM-011-STPS-2011, esta estipula tiempos de exposición en cuanto al nivel de ruido a los que es permitido, los cuales deberán acatarse. Sumado a esto, los trabajadores deberán contar con equipos de protección para su seguridad de acuerdo a la NOM-017-STPS- 2008.

Tabla 4. **Nivel de exposición y tiempo permisibles según la NOM-011-STPS-2011**

Nivel de exposición de ruido	Tiempo máximo permisible de exposición
90 dB (A)	8 horas
93 dB (A)	4 horas
96 dB (A)	2 horas
99 dB (A)	1 hora
102 dB (A)	30 minutos
105 dB (A)	15 minutos

Nivel de exposición de ruido	Tiempo máximo permisible de exposición
dB: Decibel. Es una unidad de relación entre dos cantidades utilizada en acústica. (A): Nivel Sonoro "A". es el nivel de presión acústica instantánea medido con la red de ponderación "A" de un sonómetro normalizado.	

Cada vehículo usado deberá contar o tener acreditado el debido proceso de verificación vehicular, evitando descargas perjudiciales al medio ambiente por parte de los equipos. A su vez, la constructora deberá tener un control estricto del mantenimiento de la maquinaria y vehículos usados en la ejecución de obra, teniendo que contar con una bitácora que contenga todo lo relacionado a esto. Para ello, tendrá que contar con un programa de mantenimiento rutinario y emergente, el cual se presentará de forma mensual.

VI.2.3.3 Riego con agua en áreas de trabajo

Durante algunos de los procesos en las diferentes etapas de la obra, se generará el levantamiento de grandes cantidades de polvo en el aire, mismas que además de contaminantes, pueden generar problemas de visibilidad a los conductores, teniendo que proponerse esta medida.

Para evitar que las partículas de polvo se levanten en la atmósfera, será necesario regar con agua no potable la superficie donde se efectuarán las acciones referentes al proyecto. Es importante señalar que queda prohibido tomar el agua del cauce o cuerpos de agua de la región, teniendo que utilizarse solamente de distribuidores autorizados para su comercialización (pipas).



Imagen 13. Ejemplificación del riego de superficies de trabajo por medio de pipas

VI.2.4 Suelo, hidrología y atmósfera

VI.2.4.1 Prohibición de derramamiento de contaminantes en suelo y agua

Se prohibirá enfáticamente el verter o derramar cualquier sustancia o contaminante en cualquier sitio que no sea para disposición del mismo. El no realizar esta acción, potencialmente contaminaría el suelo, agua y/o atmósfera, incluso dañando y afectando a la flora y fauna de la zona del proyecto u otros sitios aledaños.

VI.2.4.2 Obras provisionales alejadas del escurrimiento, zonas inundables o áreas forestales

Los terrenos donde se instalan las obras provisionales son lugares que tienen una gran afectación, teniendo que considerarse algunas características para poder ubicarlos adecuadamente sin que impacte el medio.

- Las áreas donde se instalarán las obras provisionales deberán estar donde no haya vegetación y menos aún que sea de tipo forestal, así como lejos de cauces o zonas inundadas.
- Pensando en lo anterior, quedará prohibido el desmonte de vegetación nativa o cualquier otra para la instalación de obras provisionales.
- Deberán instalarse en lugares con nula o mínima pendiente, cuidando que en caso de derrame, las sustancias no puedan desplazarse fuera de las áreas asignadas y afecten significativamente algún factor ambiental.
- Para el caso de los patios de maquinaría, el suelo donde se realice el estacionado de todos ellos y reparaciones de los equipos y vehículos empleados en la obra, deberá de contar con una cubierta plástica, la cual deberá de estar en buen estado y no presentar perforaciones, siendo que esta evitará que residuos como aceites, anticongelantes o combustibles se infiltren en los suelos del sitio.
- Una vez terminado el proyecto, como su nombre lo indica, son provisionales y tendrán que ser desmanteladas y quitadas del lugar, dejando el sitio como se encontró. De ser posible y dependiendo del predio o área donde se ubicaron, podrían revegetarse las superficies con especies nativas para ayudar en la conservación de la región.

VI.2.4.3 Instalación y manejo adecuado de sanitarios portátiles

Dado que las heces humanas son un problema de salud si no se manejan adecuadamente, afectando a humanos (trabajadores y pobladores) y al medio ambiente (flora, fauna, escurrimientos, etc.), su disposición deberá realizarse de la mejor manera. Esto se logrará mediante la contratación de una empresa que brinde el servicio de renta de sanitarios portátiles, misma que deberá estar en regla y contar con los permisos y autorizaciones correspondientes. Esta se hará cargo de la limpieza y disposición de los residuos, estableciendo acuerdos en cuanto al periodo de recolección.



Imagen 14. Ejemplificación de la contratación del servicio de baños portátiles

Los sanitarios portátiles se ubicarán en el sitio de las obras provisionales cerca de los frentes de trabajo y deberán ser mínimamente uno por cada 6 trabajadores. Del mismo modo, no se debe descartar la responsabilidad de los trabajadores a la hora de hacer uso correcto de los equipos, teniendo que usarse en todo momento al evacuar, nunca realizándose esta acción fuera de este lugar o en sitios al aire libre.

VI.2.4.4 Mantenimiento y reparación emergente de maquinaria y vehículos

Las emisiones contaminantes por la combustión de hidrocarburos es un impacto de amplias repercusiones para la zona, asimismo, puesto que se le suma el derrame de aceites o sustancias que pueden desprender la maquinarias y vehículos utilizados en la obra. Por lo tanto, estos deberán estar en buen estado para su funcionamiento y uso en las diferentes actividades; esto se logrará mediante un mantenimiento adecuado de las unidades que se utilicen en los sitios autorizados para ello (como talleres y/patios de maquinarias). La constructora deberá de presentar un programa de mantenimiento rutinario y bitácoras que comprueben esto.

A su vez, es posible que en algún momento la maquinaria sufra de averías, teniendo que ser arreglada a la brevedad, evitando derramamiento de aceites o productos derivados de las composturas. El lugar idóneo para tal fin es en las obras provisionales que se hicieron para ellos, mismas que tendrán que contar con una lona en el piso que evitará la infiltración de líquidos (en especial hidrocarburos) o en su defecto en sitios autorizados y fuera de la obra como son patio de maquinaria o talleres que puedan realizar estas labores. Sin embargo, en ocasiones la avería no permitirá llegar a dichos sitios, por lo que en caso de que requieran de reparaciones en otros lugares (como el mismo sitio donde se averió) también se deberá colocar una lona que evitará el derrame de contaminantes sobre el suelo. Dicha lona deberá de ser dispuesta como residuo peligroso en caso de presentar manchas producto del manejo de hidrocarburos o solventes.



Imagen 15. Ejemplificación del mantenimiento de maquinaria en sitios para tal fin

Para tener el conocimiento de que la maquinaria y vehículos están en regla, todos deberán contar con los engomados y documentación que acrediten que se han sometido a los procesos de verificación vehicular.

VI.2.4.5 Limpieza de las áreas adyacentes al proyecto y de obras provisionales

Se prevé que la construcción del proyecto genere diversos tipos de desechos que podrían, en su momento, perjudicar el material edáfico o escurrimiento de la zona de ocupación, debido a esto se deberá realizar el manejo, almacenamiento y disposición final de residuos. Con esto en mente, se aplicarán acciones de limpieza en las áreas adyacentes al puente, lo que significa que tanto el suelo como el escurrimiento serán conservados.

Para poder tener evidencia de las acciones, se tomarán fotografías que representen una situación inicial, durante y final, comprobando que se está realizando la limpieza, permitiendo esto realizar informes sobre esta medida.

VI.2.4.5.1 Suelo

Para garantizar la calidad del sitio se deberá:

- Establecer cuadrillas de limpieza constante, la cuales se encargarán de mantener los suelos libres de residuos (urbanos, peligrosos o de manejo especial).
- Se realizarán la recolección, separación y disposición en contenedores de acuerdo al tipo de residuo generado en las etapas de preparación del sitio y construcción hasta el momento del retiro de obras provisionales.
- Los residuos recolectados y separados serán almacenados de manera temporal y dispuestos como ya se ha indicado anteriormente en el apartado de Manejo de almacenes y disposición final.
- Al finalizar los trabajos, todos los sitios que hayan sido ocupados por la instalación obras provisionales (talleres, almacenes, baños, patios de maquinaria, etc.,), deberán ser limpiados y preparados para su rehabilitación, llevándose a cabo actividades de escarificación.

VI.2.4.5.2 Hidrología

Las actividades también incluirán las orillas y el mismo escurrimiento, inspeccionando a detalle el cauce para realizar limpieza y acciones que ayuden a cuidar y no contaminar este elemento, evitando la acumulación de vegetación muerta y residuos que podrían provocar tapones, lo que estará limitando a su vez el tránsito normal del caudal.

Las acciones serán las siguientes:

- Se inspeccionará y limpiará contaminantes, residuos y obstáculos que impidan el flujo natural de la corriente.
- La limpieza se efectuará en una longitud de 250 metros aguas arriba y aguas abajo en las orillas del cauce y sobre el mismo, retirando troncos, ramas, material vegetal y de sedimentos, así como basura y demás obstáculos que obstruyan el libre flujo de agua.
- Aunado a lo anterior, también se pretende el desyerbe y la rocería de la zona de la ribera del cauce, la cual se referirá a el corte de material vegetal que esté invadiendo escurrimiento o que se encuentra volcado sobre este, e incluso obstruyendo el flujo normal.
- Es importante que la limpieza y la rocería se realicen antes del periodo de lluvias.
- Las acciones se llevarán a cabo por medio de equipo, herramientas y personal de acuerdo con las necesidades.



Imagen 16. Ejemplificación del desyerbe y rocería de las orillas de un cauce

- Toda la limpieza final deberá incluir el retiro de todo residuo y material producto de la construcción, asegurando que toda la maquinaria, equipo, material y residuos, se disponen de manera adecuada en los sitios autorizados de disposición final, según sea el caso.

VI.2.5 Medio inerte

VI.2.5.1 Descompactación y escarificación del suelo en los sitios abandonados por las obras provisionales

La descompactación y escarificación de los suelos son prácticas imprescindibles y complementarias dentro de las acciones de conservación de los suelos. Esta práctica tendrá sus beneficios entre los que destacarán:

- Disminuir los escurrimientos superficiales y aumentar la infiltración del agua de lluvia.
- Facilitar el proceso de plantación y establecimiento de la vegetación natural.
- Aumentar la humedad disponible y permitir el desarrollo de raíces de las especies plantadas.

El procedimiento de descompactación consistirá en darle porosidad al suelo mediante la remoción del mismo, para que pueda ser capaz de infiltrar mayor cantidad de agua y permita el crecimiento radicular de las plantas, es decir, la roturación está orientada principalmente para facilitar la revegetación y recuperación del suelo. Para el presente proyecto, las áreas que requerirán este tratamiento corresponden a aquellas donde han transitado los vehículos y la maquinaria pesada durante el transcurso de las obras constructivas, además de los sitios de obras provisionales, que para este caso corresponden a almacenes de residuos, obra de desvío provisional, entre otros.

En los casos en que exista material parental consolidado en todo el perfil, no conviene realizar la práctica de descompactación, pero en caso no suscitarse esto, se hará lo siguiente:

- Para las acciones de descompactación se pueden usar tres métodos dependiendo del área a intervenir.
  - → Se puede emplear maquinaria especializada como puede ser el Bulldozer con ripper integrado, aperos de labranza, rodillo o inclusive tractores con los accesorios adecuados.

- → Es posible que la superficie a descompactar no sea tan grande, por lo que se pueden realizar las otras dos alternativas con menos costos. Se pueden usar animales de tiro provocando tracción y removiendo el suelo.
- → Y la última opción es de forma manual, utilizando una serie de herramientas para tal fin como picos, barretas, palas, etc.

- Es recomendable remover el suelo a una profundidad de 40 a 50 centímetros; si el suelo es muy pesado y presenta gran cantidad de arcilla, y ya que revertir la compactación por medios físicos es poco viable, en este caso, se debe sumar la incorporación de materia orgánica (restos del despalme), con la finalidad de darle mayor volumen.
- Se realizará sobre suelos secos, ya que si se realiza en suelos húmedos el efecto se puede nulificar, por lo tanto, se recomienda realizarla antes del periodo de lluvias, en áreas desprovistas de vegetación, en terrenos con suelos delgados o con capas superficiales endurecidas.
- No es necesario trabajar el total de la superficie sino solo franjas.

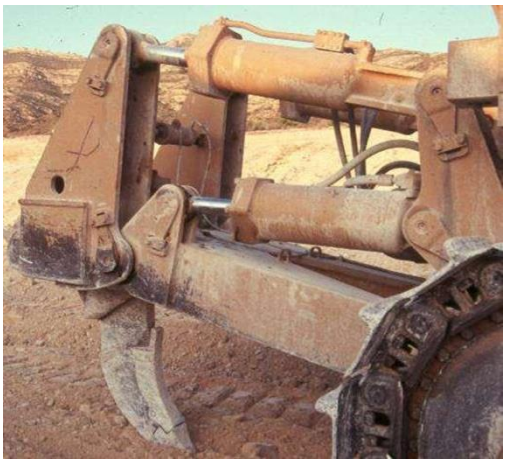


Imagen 17. Ejemplificación de la maquinaria para la escarificación del suelo

VI.2.5.2 Recolección y acarreo continuo de materiales

Como es lógico, la construcción del puente generará residuos terrígenos y pétreos, teniendo que moverse para que no se acumule y genere complicaciones como tolvaneras con el viento, azolve con las lluvias, lo que desencadena a su vez impactos hacia la flora, fauna, suelo, agua y atmósfera.

Por ello, se llevará a cabo el transporte inmediato del material producto de todo el proyecto, haciéndose recorridos de recolección continua con camiones de volteo. Su primer destino será en zonas donde estos puedan ser acumulados y posteriormente recolectados para su disposición final en bancos de tiro autorizados. Por esta razón, quedará prohibido disponerlos en la zona federal y en superficies que pongan en riesgo su deslizamiento o caída a cuerpos de agua, siendo ubicados en sitios de acuerdo a su tipo de residuo.

El transporte también tiene importancia, puesto que de no ser adecuado provocaría contaminación. Por esto, su transporte seguirá las siguientes medidas:

- El material no deberá sobrepasar las paredes del platón.

- Se utilizará una lona que cubrirá los residuos para evitar el levantamiento de polvo durante su transporte o la perdida por caída de material.
- La circulación del transporte irá a un máximo de 40 km/h.



Imagen 18. Ejemplificación de un camión con el platón cubierto con una lona

VI.2.6 Flora

VI.2.6.1 Rescate de flora en la superficie de la obra de desvío temporal

Debido a que al momento de realizar el proyecto se pretende construir un camino para la circulación de los vehículos en lo que se realiza el proyecto, se tendrá que remover vegetación de tipo ruderal con algunos individuos aislados de Bosque de Encino, lo que significa que no es forestal; no obstante, en una superficie de 0.0496 ha (en realidad son 0.0543 ha, pero solo en 0.0496 ha hay vegetación, lo demás es el cauce), se tendrá que hacer uso del rescate pues a pesar de estar fragmentada y perturbada, hay individuos que pueden proporcionar germoplasma para la subsecuente revegetación del área, ya que se trata de una obra provisional que se retirará una vez finalice la construcción del puente, compensando el impacto que se ocasionará en este sitio.

Las acciones se efectuarán previo a las actividades de remoción de la vegetación y buscan rescatar la mayor cantidad de germosplasma de las especies y sus individuos que se pueda para mantener las características del sitio una vez se revegete y reforeste. Para lograrlo, se deben tener en cuenta las tasas de supervivencia de los ejemplares, las metodologías de extracción, de manejo, cuidados y todo lo relacionado al rescate y posterior revegetación.



Imagen 19. Rescate de germoplasma (extracción y limpieza de semillas)

Es importante mencionar que será imposible y poco factible rescatar en su totalidad los ejemplares que serán afectados por las actividades del proyecto, de tal manera que el rescate deberá de centrarse en aquellos ejemplares que reúnan los elementos necesarios para su protección, tamaño adecuado, tipo de hábito de crecimiento y si están registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por tal motivo, en el siguiente cuadro se enlista una propuesta de las especies que podrían ser rescatadas:

Tabla 5. **Especies propuestas para ser rescatadas por medio de germoplasma en la obra de desvío temporal**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Origen	NOM
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens sharpii*	Aceitillas	Arbustivo	Nativa	Sc
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Jara amarilla	Arbustivo	Nativa	Sc
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Boraginaceae	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	Arbustivo	Nativa	Sc
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia cinnabarina*	Salvia roja	Arbustivo	Nativa	Sc
Magnoliophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Phragmites australis*	Carrizo	Arbustivo	Nativa	Sc
Tracheophyta	Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus candicans*	Encino blanco	Arbóreo	Nativa	Sc
NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría								

En caso de encontrar alguna especie de cactácea, epífita o especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que no se contempló, deberá ser sujeta a rescate.

VI.2.6.2. Reforestación y revegetación de la superficie ocupada por la obra de desvío provisional

Una vez terminada la obra del puente, se desocupará el camino temporal que se plantea construir, por lo que al deshabilitarlo y retirarlo, se pretende reforestar y revegetar dicha superficie (0.0496 ha), dejándola como se encontraba previo a su afectación.

Para lograr tal resultado, se utilizará el diseño de la plantación a tres bolillo, basándose en la separación entre hileras y plantas, lo que permitirá obtener una densidad de individuos por hectárea, esto de acuerdo a como lo marca el manual básico de prácticas de reforestación de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Las especies seleccionadas para reforestación y revegetación serán las mismas que sean rescatadas del área de afectación, cumpliendo con una restauración integral del área.

Al finalizar, se asegurará que la medida sea un éxito mediante indicadores y monitoreo en un lapso de 5 años, teniendo que haber una supervivencia de las plantas del 80%.



Imagen 20. Ejemplificación de una reforestación

El detalle de la metodología y demás particularidades se encuentran plasmadas en el "Programa de restauración integral" anexado a este estudio.

VI.2.6.3 Restauración integral

Esta medida está considerada para ayudar a la conservación de la región, dado que no se removerá vegetación forestal en el AP por motivos de la obra, no se necesita compensar el daño, sin embargo, se propone la restauración integral para el mejoramiento de un área degradada, enriqueciendo y recuperando la funcionalidad ecológica de dicha área, y con ello, ayudar a mejorar una superficie total de una hectárea de la vegetación encontrada ahí, Bosque de Encino; lo que significará el usar especies nativas de este tipo de vegetación.

Tabla 6. **Especies seleccionadas para la restauración integral**

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Origen	NOM
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens sharpii*	Aceitillas	Arbustivo	Nativa	Sc
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Jara amarilla	Arbustivo	Nativa	Sc
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Scrophulariaceae	*Buddleja cordata*	Tepozan	Arbóreo	Nativa	Sc
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Boraginaceae	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	Arbustivo	Nativa	Sc
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia cinnabarina*	Salvia roja	Arbustivo	Nativa	Sc
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	*Burcera simaruba*	Palo mulato	Arbóreo	Nativa	Sc
Magnoliophyta	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Phragmites australis*	Carrizo	Arbustivo	Nativa	Sc
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Cupressaceae	*Cupressus lusitinaca*	Cipres blanco	Arbóreo	Nativa	Sc
Tracheophyta	Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus candicans*	Encino blanco	Arbóreo	Nativa	Sc
NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría								

Para la selección del área que se restaurará, se buscó y se propusieron sitios con baja cobertura vegetal, es decir, lugares degradados. Por su parte, para la ejecución del programa será necesario contar con el personal necesario para cumplir en tiempo y forma las acciones. Las actividades incluyen desde la preparación del terreno, obtención de la planta, plantación, etc., todo con la metodología más adecuada para conseguir no menos del 80% de supervivencia y que la medida funcione. Posterior a dichas actividades, se requerirá que una cuadrilla de personas realice las actividades referentes al mantenimiento y monitoreo de la plantación de acuerdo a la calendarización indicada en dicho apartado hasta asegurar el éxito de la plantación y su establecimiento.



Imagen 21. Ejemplificación de la restauración integral

Esto no solo será una medida que apoyará al factor flora, puesto que al devolver la funcionalidad ecológica, la fauna silvestre podrá hacer uso de la misma, creando ámbitos hogareños saludables.

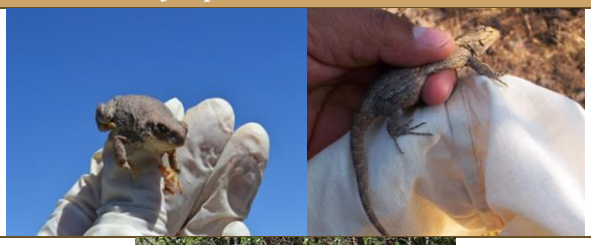
Todos los detalles y metodologías que se usarán están plasmados en el "Programa de restauración integral" anexado a este documento.

VI.2.7 Fauna

VI.2.7.1 Rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre

Es altamente posible que fauna silvestre se ubique en las áreas de afectación directa del proyecto, por lo que es imprescindible protegerla para no afectar sus poblaciones, que aunque no se removerá vegetación forestal, la fauna podría encontrarse o moverse también en la vegetación de tipo ruderal ubicada en el AP. Para ello, se hará uso de técnicas especializadas como es el rescate, reubicación y ahuyentamiento, cuyo propósito será proteger todo organismo encontrado en dicha superficie, evitando que sufra de lesiones o incluso la muerte a causa de las acciones de desmonte, despalme y los procesos constructivos, reubicándose en sitios mejor conservados y sin peligros aparentes.

Tabla 7. **Acciones de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre**

Grupo faunístico	Técnica	Ejemplificación de acciones
Herpetofauna	Búsqueda de organismos	
Mamíferos	Rescate de organismo	

Grupo faunístico	Técnica	Ejemplificación de acciones
Aves	Ahuyentamiento	

Las actividades de rescate y ahuyentamiento empezarán antes de realizar la preparación del sitio, de forma que al efectuarse la intervención no haya ningún organismo que se pueda afectar, pues ya habrán sido reubicados o alejados de la zona. De igual forma, la línea base para saber qué especies podrían encontrarse fue de acuerdo a las registradas para la caracterización de las áreas de interés (AP y AI/SA) para la realización de la MIA-P, las cuales son las siguientes:

Tabla 8. **Especies de fauna silvestre registradas en el AP y AI/SA**

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	Endemismo
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Selasphorus rufus*	Zumbador canelo	Sc	Ne
	Apodiformes	Trochilidae	*Saucerottia beryllina*	Colibri berilio	Sc	Ne
	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Sc	Ne
	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	Sc	Ne
	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	Sc	Ne
Anfibios	Anura	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	Sc	E
Reptiles	Squamata	Anguidae	*Abronia gadovii*	Lagartija lagarto de la Sierra Madre del Sur	Sc	Ne
	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus aureolus*	Lagartija espinosa sureña de hendiduras	Sc	E
Mamíferos	Didelphimorphia	Didelphidae	*Tlacuatzin canescens*	Tlacuache raton gris	Sc	Ne
	Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle	Sc	Ne
NOM = NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc = Sin categoría. Endemismo: Ne = No endémica; E = Endémica						

Asimismo, las áreas de reubicación asignadas para cada individuo serán elegidas de acuerdo a las características propias de, primero del sitio donde fue ubicado y segundo, de las características de la especie rescatada, siempre pensando en el asentamiento y sobrevivencia de todos los organismos, así como de la no afectación del sitio que recibirá a cada animal.

VI.2.8 Flora y fauna

VI.2.8.1 Delimitación de los polígonos de afectación directa

Se tendrá que hacer una adecuada delimitación del Área del Proyecto, lo que significa solo concentrarse en el área de afectación directa, evitando afectar más de lo necesario, la cual es 0.1728 ha, focalizando la remoción de vegetación solo ahí (ruderal) y no en los sitios adyacentes donde podría encontrarse vegetación forestal. Sumado a eso, también se debe considerar esto en el área donde se efectuará la obra de desvío provisional, que aunque es temporal, afectará la

vegetación de tipo ruderal con individuos aislados de Bosque de Encino en una superficie de 0.0543 ha.

La delimitación se efectuará con la ayuda de un topógrafo, cuya función será delimitar precisamente el área solicitada, permitiendo poner marcas como estacas y banderillas que permitan de manera visual ver cuáles son los límites en que se realizará el desmonte y despalme.

VI.2.8.2 Prohibición de uso de fuego

Se prohibirá el uso de fuego en el área de trabajo, es decir, se prohíbe fumar, hacer fogatas o cualquier otra actividad que pudiera provocar algún incendio, esto incluye no utilizar fuego para las acciones de desmonte. Este elemento podría ser dañino y ocasionar problemas severos si llegase a descontrolarse, ocasionando incendios forestales dentro y fuera del AP.

Para lograr esto, se informará al personal de la obra de la prohibición y se colocarán señales de advertencia, haciendo siempre recordatorios en las pláticas de concientización para reafirmar esta medida.



Imagen 22. Ejemplificación de un cartel con la prohibición del uso de fuego

VI.2.8.3 Pláticas de concientización ambiental

Dado que los trabajadores de la obra podrían generar impactos tanto para la flora como para la fauna y otros factores, es indispensable que se les proporcione el conocimiento y las prohibiciones que impidan malas prácticas ambientales y así propiciar la conservación, de tal manera que con los tópicos adecuados se generará conciencia ambiental y esta podrá perdurar con el tiempo, convirtiendo esta medida en algo duradero.

La aplicación de las pláticas será una vez cada quince días en grupos de máximo 15 personas para poder enfocar mejor lo explicado y enseñado, no obstante, toda la planta de trabajadores finalmente deberán ser oyentes de las pláticas. Su implementación empezará antes de iniciar cualquier actividad concerniente a la obra, y continuará a lo largo de las dos primeras etapas (preparación del sitio y construcción), siendo un recordatorio constante de la importancia de la conservación. El encargado de llevarlas a cabo tendrá que ser un especialista que tenga los conocimientos apropiados para ello, tocando los temas más importantes para proporcionar el mejor resultado. Lo que básicamente deberá ser impartido y explicado es:

- Las etapas y acciones de la obra constructiva.

- Impactos que podrían ocasionarse y las medidas de mitigación aplicables.
- Papel, importancia y conservación de flora y fauna silvestre en el ecosistema.
- Indicación de las especies que se encuentran en la zona y que podrían encontrarse durante sus jornadas de trabajo.
- Peligro que conlleva la manipulación de cualquier organismo, especialmente fauna venenosa.
- Acciones a realizar en caso de accidente.
- La obligación de reportar cuando es observado cualquier nido o especie de fauna silvestre dentro del área de afectación directa.
- Prohibición y consecuencias de la captura, caza, colecta y/o comercialización de ejemplares de toda la fauna silvestre.
- Prohibición y consecuencias de la introducción de especies invasoras y ferales de fauna.
- Prohibición y problemas de tirar basura o cualquier contaminante.
- Prohibición de la utilización de fuego.



Imagen 23. Ejemplificación de una plática de concientización ambiental

Para permitir que las pláticas se impartan de manera correcta y a todos, se entregarán y llenarán formatos donde se pueda apreciar quienes asistieron, pues tendrá que tener como mínimo:

- Fecha en que se realiza la plática.
- Hora de inicio y final de la plática.
- Nombre y puesto de la persona que impartió la plática.
- Temas impartidos.
- Observaciones generales.
- Nombre, firma y puesto de cada asistente a la plática.

VI.2.8.4 Instalación de letreros y/o carteles informativos temporales

Es primordial el apoyo visual de las medidas que se estén implementando, de modo que lo impartido en las pláticas de concientización ambiental sea recordado constantemente. Para ello, la colocación de letreros temporales con temáticas, diagramas, imágenes y leyendas concernientes al

cuidado de la flora y fauna silvestre nativa será efectuado en los frentes de trabajo o sitios donde normalmente circulen las plantillas, pudiendo ser observados con frecuencia. Estos letreros serán puestos antes de iniciar las actividades de la obra y estarán instalados durante toda la construcción de la misma, siendo cambiados o arreglados si sufren daños.



Imagen 24. Ejemplificación de la colocación de un letreros y/o carteles informativos temporales

VI.2.9 Medio económico y social

VI.2.9.1 Aplicación de la "Consulta a pueblos indígenas"

Al localizarse el proyecto cerca de una localidad indígena (Guadalupe Nundaco), es de suma importancia no afectar en ninguna manera a los habitantes de ella, apoyando y beneficiando la construcción de la obra a estos.

Con esto en mente, se realizará una consulta indígena, cuyo proceso busca lograr el consentimiento libre, previo e informado del pueblo indígena, funcionando como una línea base del pensar y también como manera de informar sobre la planificación y acciones que implica el proyecto. Todo esto se realizará con una adecuada organización.

Como inicio, se recomienda efectuar las siguientes acciones en las reuniones con la comunidad:

- Informar las características del proyecto, beneficios, alcances, ubicación, procesos, etc.
- Levantar actas y llevar ante la comunidad y autoridades para ser firmadas para aprobar la realización del proyecto.
- Tener una comunicación constante y responder inquietudes de la localidad.

Una vez obtenida la aprobación, se tendrá una que informar periódicamente a la comunidad sobres el desarrollo del proyecto, es decir:

- Informar del estado de avance de la obra.
- Dar a conocer de todas las actividades a realizar tanto en la zona del área de influencia como en los demás sitios de trabajo asociados al proyecto, tanto ambiental como constructivamente.

- Una vez terminada la obra, se mostrará el resultado obtenido en todo aspecto, proyecto terminado e indicadores de éxito tanto ambientales como sociales.

La finalidad de esto será mantener informada a la comunidad y evitar problemas de comunicación, inquietudes y problemas de tipo social y, en sí, mostrar la vialidad del puente. Para lograr esto, se anexará un "Programa de consulta indígena", el cual contendrá todos los detalles de las acciones que se realizarán.

VI.2.9.2 Programa de Seguridad y Salud Ocupacional

Se tendrá que asegurar la salud y seguridad del personal durante las actividades de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, de modo que el ambiente laboral sea el apropiado y sin accidentes por negligencia. Para lograr esto, se deberá llevar a cabo un programa de seguridad y salud ocupacional dirigido por el contratista.

Las acciones deberán involucrar un manejo adecuado en lo referente a salud y seguridad de los trabajadores, previniendo todos los escenarios de riesgo por medio de manuales o guías aplicables a las actividades específicas del proyecto. La implementación y cumplimiento de normas básicas serán de gran ayuda para tener no solo un ambiente laboral sano, sino también para poder realizar sus actividades de manera más eficiente, consiente y segura.

El supervisor evaluará los estándares de seguridad de sus contratistas y subcontratistas para el desarrollo del proyecto, y determinará los ajustes o mejoras que deban implementarse para cumplir con los estándares indicados en este programa.

VI.2.9.3 Programa de Contingencias

Este programa es elaborado para proteger al ambiente, al proyecto y trabajadores de riesgos externos e internos en caso de ocurrir y convertirse en contingencias, por lo que, contiene las medidas de primera respuesta ante posibles situaciones de emergencia que podrían suscitarse durante las fases de ejecución. Un adecuado programa de contingencias, siempre será de gran utilidad para facilitar las operaciones de respuesta ante alguna eventualidad ambiental, por lo que, es un elemento clave que permite transformar un desastre en una situación de daños moderados. Al compilar las acciones y los procedimientos de primera respuesta aplicables, los objetivos generales del programa podrían ser:

- Orientar e instruir a los trabajadores para minimizar los efectos que se puedan presentar durante una emergencia mayor, tales como: incendios, explosiones, fugas y derrames de sustancias peligrosas y/o fenómenos naturales.
- Dar a conocer al personal las medidas inmediatas a tomar cuando se presente una emergencia, para propiciar que su comportamiento ante el suceso sea el adecuado y facilite su control, evitando posibles daños.
- Dar a conocer que la empresa cuenta con una organización estructurada para afrontar situaciones de emergencia.

Este deberá estar conformado por la infraestructura organizacional de la empresa constructora, por los recursos humanos, técnicos y procedimientos estratégicos que se activarán de manera rápida, efectiva y segura ante posibles emergencias que puedan ocurrir en la obra, y cuya

prevención y atención serán responsabilidad del contratista de construcción. Es importante mencionar que el plan de contingencias por lo general se divide en dos partes: el plan estratégico y el plan de acción, puntos que deberán ser considerados por el encargado ambiental de la constructora.

VI.2.9.3.1 Plan Estratégico

Este define la estructura y la organización para la atención de emergencias, las funciones y responsabilidades de las personas encargadas de ejecutar el plan, los recursos necesarios, y las estrategias preventivas y operativas a aplicar en cada uno de los posibles escenarios definidos a partir de la evaluación de los riesgos asociados para la obra.

De acuerdo a esto, la contratista se responsabilizará de mantener siempre disponibles los equipos y materiales necesarios para implementar el programa, y asegurarse de que el personal se encuentre entrenado para aplicar los procedimientos de respuesta a emergencias.

VI.2.9.3.2 Plan de Acción

Establece los procedimientos a seguir en caso de emergencia, donde se consideran como parte del plan de contingencias los siguientes puntos:

- Plan de evacuación.
- Primeros auxilios.
- Capacidad insuficiente de almacenamiento de residuos.
- Daño de maquinaria, equipos y herramientas.
- Desastres naturales.
- Derrame de residuos o sustancias químicas.

Un elemento fundamental para una respuesta pronta, es la disponibilidad de un sistema de comunicación confiable que comunique los niveles operativos en los frentes de trabajo con los niveles de supervisión y con los niveles gerenciales o de decisión.

En conjunto, la empresa contratista deberá desarrollar procedimientos de emergencia específicos para respuesta en el caso de que los trabajadores sufran algún tipo de accidente y prever las condiciones logísticas que permitan la intervención inmediata.

VI.2.9.4 Contratación preferencial de mano de obra

Como apoyo a la localidad cercana y beneficios a corto plazo, en la contratación de mano de obra no calificada se deberá dar preferencia a los habitantes de las localidades próximas al proyecto, lo que proveerá de trabajos y, por consiguiente, una remuneración.

A cada personal contratado deberá otorgársele su reglamento interno de trabajo, equipo de protección personal, capacitación ambiental, de seguridad e higiene.

VI.2.9.5 Compensación económica justa

A pesar de que la obra es pequeña al tratarse de un puente, las obras provisionales que se necesiten durante las etapas podrían instalarse en terrenos agrícolas, en cuyo caso, se deberá realizar una compensación económica correspondiente a la remuneración de sus cosechas por el tiempo que se pretenda emplear los terrenos. Por ello:

- El pago deberá efectuar en tiempo y forma, así como con una cantidad adecuada de acuerdo a las negociaciones con los propietarios, ya sea rentado o vendido.

VI.2.9.6 Colocación de señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales

Como medida de seguridad para los peatones y conductores de vehículos que transitan por el camino y el área cercana al proyecto, se deberá colocar señalamiento y dispositivos para la protección en zonas de obras, esto con el fin de evitar accidentes e informar a las personas que transiten por la zona que una obra está en proceso. La colocación será estratégica y dirigida no solo a los usuarios del camino existente y peatones, como se mencionó anteriormente, sino también para los trabajadores de la misma obra.

La instalación de estos señalamientos y dispositivos deberá estar a una distancia adecuada, con formas, tamaños y colored propicios para que se tomen las debidas precauciones y se eviten accidentes, todo de acuerdo al manual de señalización vial y dispositivos de seguridad de SCT.



Imagen 25. Ejemplificación de un señalamiento para protección en zonas de obras viales

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

CONTENIDO

VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de las alternativas. 2
VII.1 Pronósticos ambientales. 2
VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 2
VII.1.1.1 Análisis de las tendencias ambientales sin proyecto. 4
VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación. 5
VII.1.2.1 Análisis de las tendencias ambientales con proyecto. 6
VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. 7
VII.1.3.1 Análisis de las tendencias ambientales con proyecto y medidas. 8
VII.1.4 Pronostico ambiental. 10
VII.1.5 Evaluación de alternativas. 12
VII.1.6 Conclusiones. 12

VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de las alternativas.

VII.1 Pronósticos ambientales.

En atención al cumplimiento del artículo 12, fracción VII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y con base en la integración y el análisis de la información contenida en los capítulos II y IV, en los que se describen las características del proyecto y del sistema ambiental, así como de los capítulos V y VI donde se evalúan los impactos destacables producidos por el desarrollo del proyecto, y se seleccionan las medidas tendientes mitigar o compensar dichos impactos, es posible estructurar un escenario ambiental del SA del proyecto al tiempo cero, es decir, el momento en el cual aún no se implementan las actividades contempladas por éste, así como desarrollar una proyección a dos escenarios más, uno de ellos considerando los impactos ambientales destacables con el alojamiento del proyecto, y otro más ilustrando el resultado de la acción de las medidas de mitigación sobre estos impactos.

Para poder evaluar las tendencias de los pronósticos ambientales del SA, se analizó la tendencia de cambio en las proyecciones a futuro de modificación de los 3 escenarios.

Tabla 1. Escenarios de pronósticos ambientales

Escenario	Proyecciones
1	Modificaciones sin el proyecto.
2	Modificaciones con el proyecto sin la aplicación de las medidas de mitigación.
3	Modificaciones con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.

De lo anterior, se obtuvo una escala para evaluar las tendencias analizadas, que reflejó los siguientes valores para su interpretación:

Se evaluó con "1" cuando se trata del mayor apego a las condiciones originales, "2" si se encuentra escasamente modificada, "3" moderadamente modificada, "4" altamente modificada y "5" si el componente ha sido totalmente degradado.

VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Para llevar a cabo el pronóstico del escenario sin la ejecución del proyecto, se retomó el diagnóstico ambiental del espacio geográfico donde pretende insertarse el proyecto, desarrollado en el capítulo IV. En este sentido, este ejercicio se fundamentó en la metodología de Arriaga y colaboradores (2001), empleada en el apartado de diagnóstico ambiental, mediante la cual la CONABIO determina el valor biológico, detecta situaciones de amenaza o de riesgo, e identifica las oportunidades de conservación de una zona al momento de decretar las Regiones Terrestres Prioritarias. En esta metodología, los criterios de evaluación adquieren un valor ponderado cuya sumatoria arroja un total que denota de manera general la calidad ambiental de una región, la descripción de cada uno de estos criterios y sus valores se presentan en el Capítulo IV.

Siguiendo este orden de ideas y resumiendo el diagnóstico de la calidad ambiental actual del SA descrita en extenso en el capítulo IV de esta MIA-P, el resultado deriva en una calidad ambiental media, considerando que en el AP ya se encuentra la existencia de un puente vehicular.



Imagen 1. Vista del área del proyecto y puente vehicular existente

El proyecto tiene como objetivo realizar la reconstrucción de un puente vehicular sobre el arroyo Hondura de León, así como modernización de los tramos viales que conectan al proyecto y la realización de un camino temporal, sin embargo, como fue mencionado anteriormente en dicha superficie ya se encuentra un puente vehicular seguido de un camino de terracería. Ambientalmente dicha alteración genera un tipo de perturbación que dificulta la infiltración de agua y proliferación de vegetación natural. Los terrenos ubicados en las inmediaciones del camino albergan terrenos de agricultura temporal, asentamientos humanos, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino - encino y zonas de bosque de pino - encino y bosque de encino.

Debido a la influencia de los componentes circundantes a la zona del proyecto, así como el afluente de la corriente de agua y cruce de vehículos, ha generado parte de azolvamiento de la zona de intercesión con el lugar de la obra propuesta. De mantener dichos componentes el mejoramiento del estado actual del SA y AP no será posible, ni el daño tampoco, es decir se mantendrá estable por lo menos a corto plazo, no obstante, a largo plazo el uso del actual puente contribuirá a la erosión del suelo y pérdida de calidad del agua.

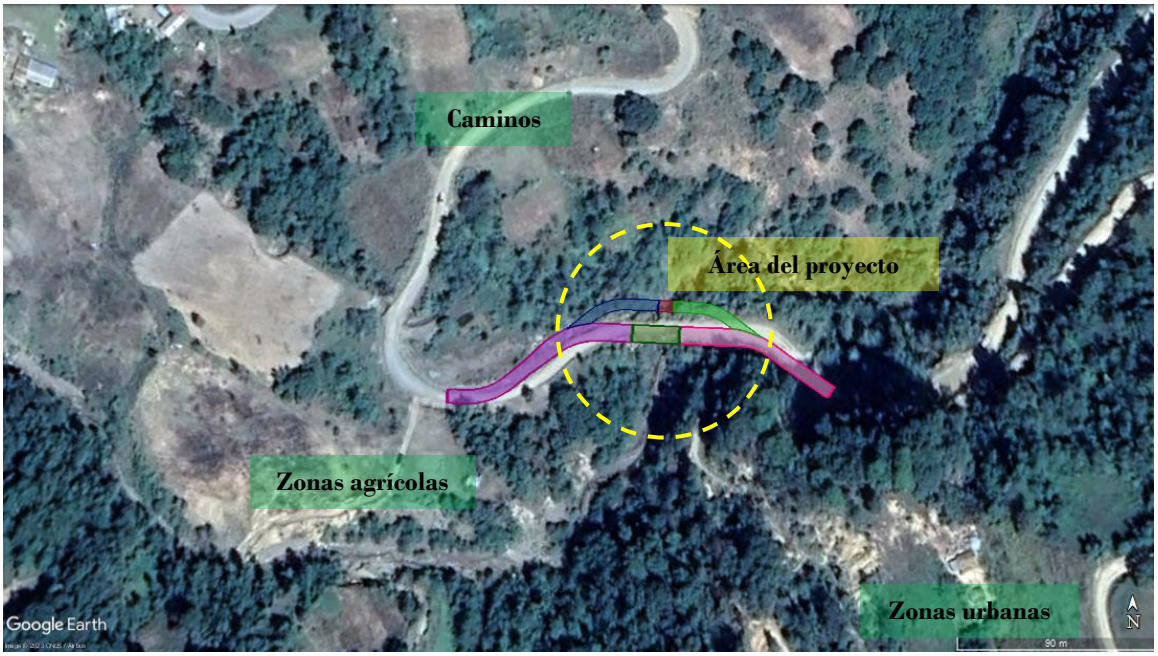


Imagen 2. Zonas de influencia del área del proyecto

De igual manera se considera la problemática que presenta el SA en similitud con la RTP 126 Sierras Triqui-Mixteca, puesto que es donde se encuentran las superficies de análisis. Las complicaciones son las siguientes:

- La transformación de bosque templados en áreas agrícolas y forestales. En las partes bajas y principalmente en la parte este, el cambio de vegetación primaria por áreas agrícolas y pecuarias es significativo.
- En algunas regiones, mixtecos y triquis con gran tradición y antigüedad consideran la flora silvestre parte importante de su dieta.
- Aún se conservan fragmentos amplios de bosques de pino, sin embargo, el nivel de conectividad es bajo entre la parte este y oeste de la región.
- La concentración de especies en riesgo se considera entre media y alta para especies de vertebrados (es importante mencionar que, durante los recorridos en campo no se encontraron especies con categoría de riesgo).

Se considera con un alto valor de conservación en cuanto a importancia de los servicios ambientales, sobre todo por los que aporta el bosque de pino y el bosque mesófilo de montaña en la captación de agua y la conservación de suelo.

VII.1.1.1 Análisis de las tendencias ambientales sin proyecto.

A continuación, se muestra la evaluación de cada componente del sistema ambiental y área del proyecto en el escenario sin proyecto.

Tabla 2. Análisis de tendencias ambientales sin proyecto

Sistema	Componente	Factor ambiental	Sin proyecto	Promedio
Abiótico	Geomorfología	Relieve	2	2
	Suelo	Características físicas del suelo	2	2
		Características químicas del suelo	2	
	Aire	Calidad del aire	3	3
		Confort sonoro	3	
	Hidrología superficial	Calidad del agua superficial	2	1.75
		Patrón de drenaje superficial	2	
	Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	1	
		Recarga	2	
	Paisaje	Calidad estético-paisajística	2	2
Biótico	Flora	Cobertura	2	2.0
		Abundancia	2	
		Diversidad	2	
	Fauna	Distribución	2	2
		Abundancia	2	
		Diversidad	2	
Antrópico	Social	Calidad de vida	2	2
	Económico	Empleo	2	1.5
		Actividades productivas	1	

VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación.

Uno de los escenarios más desfavorables para el sitio es la ejecución de esta obra sin la realización de medidas de mitigación, ya que con esto se generarían una serie de procesos de cambio inmediato y con el paso del tiempo afectarían directa e indirectamente varios factores. Estos factores son divididos en sistema abiótico, sistema biótico y sistema antrópico.

A. Sistema abiótico

a. Geomorfología.

Las actividades de preparación del sitio y construcción propias de la colocación de la infraestructura carretera modifican el escenario del relieve debido a los trabajos en terracerías y terraplenes, sin embargo, el escenario actual se encuentra medianamente modificado por el puente previamente existente, por lo que las modificaciones a este factor no serán relevantes respecto al escenario actual y continuará moderadamente modificado.

b. Suelo.

Durante la ejecución del proyecto quedará expuesto el suelo al arrastre de partículas por acción del viento o en caso de contar con precipitaciones en la zona a erosión hídrica, impacto que dejará de presentarse al término de las actividades de construcción, ya que las actividades propias de la operación del proyecto no influyen de manera hostil al componente suelo. No obstante, se realizará el sellamiento con asfalto del área determinada para el ancho de corona, por lo que, el pronóstico del escenario con el desarrollo del proyecto se considera entre alto y moderadamente modificado para el componente suelo.

c. Aire.

Al realizar la edificación del puente no se contempla tendencias negativas que influyan en el componente aire, sin embargo, durante la etapa de construcción se generarán emisiones contaminantes por la maquinaria, equipo y vehículos, así como la dispersión de partículas suspendidas por los movimientos de tierras, de igual manera, la infraestructura carretera aumentará el tránsito de vehículos automotores. Por lo tanto, el sistema ambiental en este escenario se verá altamente modificado.

d. Agua.

El desarrollo del proyecto no podría comprometer al componente agua, ya que como fue mencionado, la obra se realizará con el mejoramiento y remplazo del puente actual. Evitando de manera considerable el desgaste y erosión del suelo circúndate, impidiendo así la disminución de la calidad de agua y mejorando de la seguridad de los pobladores. No obstante, el proyecto no deja de requerir de procesos de construcción por medio del uso de maquinaria y personal. La calidad del agua se pudiera ver comprometida y el escenario ser altamente modificado.

e. Paisaje.

La infraestructura carretera a construir con el presente proyecto requerirá de la modificación parcial del paisaje en cuanto a remoción de vegetación, sin embargo, dicha afectación ya se encuentra presente con la existencia del camino actual de terracería y puente vehicular, de igual manera respecto al tema urbano el paisaje mejorará estéticamente.

B. Sistema biótico

f. Flora.

El desarrollo del proyecto contempla actividades de remoción de vegetación ruderal en menor porción, sin embargo, se realizará con el fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores adyacentes a la zona del proyecto. La construcción del mismo no descarta que a largo plazo propiciará la revegetación natural a las orillas del puente. Los indicadores evaluados de abundancia, cobertura y diversidad se ven afectados por el desarrollo de la obra y el escenario cambiara moderadamente.

g. Fauna.

Con el inicio del desarrollo del proyecto, principalmente en las etapas de construcción se tendrá un impacto en las especies de fauna silvestres que tienen sus procesos biológicos habituales cercanos a el área de proyecto al provocarse su ahuyentamiento por la presencia de maquinaria y generación de ruido, sin embargo, las especies pasarán por un proceso de adaptación conocido como resiliencia y por esta razón se considera un impacto moderado sobre la biodiversidad faunística.

C. Sistema antrópico

h. Social, empleo y actividades productivas.

Con el desarrollo del proyecto se ofrece información, educación e integración mediante la comunicación abierta, asimismo se crea empleos locales mediante la participación en la construcción del desarrollo del proyecto, de igual manera se propiciará el aumento del comercio y servicios y el aumento de seguridad vial.

VII.1.2.1 Análisis de las tendencias ambientales con proyecto.

A continuación, se muestra la evaluación de cada componente del sistema ambiental y área del proyecto en el escenario "solo con proyecto".

Tabla 3. Análisis de tendencias ambientales con proyecto

Sistema	Componente	Factor ambiental	Con proyecto	Promedio
Abiótico	Geomorfología	Relieve	3	3
	Suelo	Características físicas del suelo	4	3.5
		Características químicas del suelo	3	
	Aire	Calidad del aire	4	4
		Confort sonoro	4	
	Hidrología superficial	Calidad del agua superficial	4	3
		Patrón de drenaje superficial	3	
	Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	3	
		Recarga	2	
	Paisaje	Calidad estético-paisajística	4	4
Biótico	Flora	Cobertura	4	3.00
		Abundancia	3	
		Diversidad	2	
	Fauna	Distribución	3	2.7
		Abundancia	3	
		Diversidad	2	
Antrópico	Social	Calidad de vida	3	3
	Económico	Empleo	3	3

Sistema	Componente	Factor ambiental	Con proyecto	Promedio
		Actividades productivas	3	

VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

En este escenario, se consideran las medidas de mitigación y compensación propuestas en el capítulo VI de esta MIA-P para atender a uno o varios de los impactos destacables. De manera que en el pronóstico se visualicen las mejoras que pudiera presentar el SA con respecto al escenario anterior (escenario con proyecto y sin medidas).

A. Sistema abiótico

a. Geomorfología.

Actualmente la zona del proyecto ya se encuentra perturbada por el camino de terracería existente y puente vehicular, superficie sobre el cual se realizarán los nuevos trabajos de construcción, es así que las modificaciones a este factor serán similares respecto al escenario actual y continuará moderadamente modificado con el desarrollo de proyecto y sus medidas de mitigación.

b. Suelo.

El escenario con proyecto y medidas de mitigación se considera moderadamente modificado en el plazo inmediato de las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo, a un término de ejecución podrá ser considerado como escasamente modificado ya que con las obras de conservación de suelo propuestas se pretende disminuir y/o compensar la erosión que se pudiera presentar por estas actividades. A mediano plazo se puede predecir un mejor escenario que el que se presenta actualmente en el sistema ambiental, ya que se proponen medidas de restauración, como obras de retención y conservación de suelo, con las cuales se retendrá el suelo perdido por el camino de terracería.

c. Aire.

Con la implementación de las medidas de mitigación relacionadas con este factor ambiental se espera que la calidad del aire mejore durante la fase de preparación el sitio y construcción, debido a las emisiones generada por la maquinaria, equipo y vehículos necesarios, aumentará en poca medida, pero este impacto será nulo al momento de terminar la construcción.

La normatividad en materia de aire busca mitigar el impacto producido en la calidad del aire por la emisión de gases contaminantes, más es responsabilidad del supervisor ambiental de la empresa que estas medidas se llevan a cabo durante todas las fases del proyecto, asimismo, es de vital importancia que se de mantenimiento a la maquinaria que se utilice para que esta no rebase los límites máximos permisibles de emisiones atmosféricas por un mal funcionamiento. A su vez, se propone que los vehículos que transporten cualquier tipo de material que pudiera provocar el levantamiento de polvos o la dispersión de partículas sean cubiertos para evitar este impacto a la calidad del aire. Por lo tanto, el pronóstico del escenario con proyecto y medidas de mitigación se considera escasamente modificado.

d. Agua.

Con las medidas de mitigación implementadas en la realización de este proyecto respecto al factor ambiental agua se evitará la contaminación por residuos en los cuerpos acuáticos, asimismo, las obras de conservación de suelo reducirán el arrastre de partículas suspendidas en los cuerpos de agua cercanos conservando así su calidad.

A largo plazo se espera que la calidad del agua continúe igual o mejore con la sustitución del puente vehicular. Asimismo, con las medidas de prevención y mitigación se mantendrá el patrón de drenaje del rio que interceptará el puente por lo que este escenario se verá escasamente modificado.

e. Paisaje.

Este escenario se verá moderadamente modificado ya que se realizará la remoción parcial de vegetación y construcción del puente vehicular, destacando que desde un principio este se encontraba alterado. No obstante, implementando las medidas de mitigación se busca optimizar estéticamente la zona y mejorar el flujo natural de la corriente de agua.

B. Sistema biótico

f. Flora.

Contemplando un escenario con proyecto y medidas de mitigación, se prevé llevar a cabo acciones de control de polvos provocados por movimientos de terracerías y dispersión de partículas, los cuales disminuirán los impactos a la flora silvestre circundante. Así mismo, se realizará la remoción de vegetación de manera direccionada y respetando los límites de las superficies aprobadas. Sin embargo, la cobertura será el factor más notable, mientras que la abundancia será moderadamente modificada y la diversidad permanece en el estado actual.

g. Fauna.

Contemplando un escenario con proyecto y medidas de mitigación, se prevé llevar a cabo acciones de prospección, rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna, estas acciones están enfocadas a la conservación de la biodiversidad, por lo que para este escenario será escasamente modificado.

C. Sistema antrópico

h. Social, empleo y actividades productivas.

El desarrollo del proyecto y la ejecución de las medidas de mitigación propiciarán educación ambiental y empleos en la zona, lo que, a su vez, generará un ingreso económico a la población, por lo que el escenario se verá moderadamente modificado de manera positiva en beneficio de la comunidad.

VII.1.3.1 Análisis de las tendencias ambientales con proyecto y medidas.

A continuación, se muestra la evaluación de cada componente del sistema ambiental y área del proyecto en el escenario de ejecución del proyecto con medidas de prevención y mitigación de impactos.

Tabla 4. Análisis de tendencias ambientales con proyecto y con medidas de prevención y mitigación de impactos

Sistema	Componente	Factor ambiental	Proyecto y medidas de mitigación	Promedio
Abiótico	Geomorfología	Relieve	2	2
	Suelo	Características físicas del suelo	2	2
		Características químicas del suelo	2	
	Aire	Calidad del aire	2	2
		Confort sonoro	2	
	Hidrología superficial	Calidad del agua superficial	2	2.0
		Patrón de drenaje superficial	2	

Sistema	Componente	Factor ambiental	Proyecto y medidas de mitigación	Promedio
	Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	2	
		Recarga	2	
	Paisaje	Calidad estético-paisajística	3	3
Biótico	**Flora**	Cobertura	3	2.33
		Abundancia	2	
		Diversidad	2	
	Fauna	Distribución	2	2
		Abundancia	2	
		Diversidad	2	
Antrópico	**Social**	Calidad de vida	3	3
	Económico	Empleo	4	3.5
		Actividades productivas	3	

La realización de un proyecto con este tipo de intervención en el ecosistema genera de forma inevitable impactos ambientales, por lo que en atención a estos conlleva a la realización de medidas tanto preventivas, de mitigación, de compensación y de restauración que permitan el desarrollo de la obra y consientan un resarcimiento en el ecosistema.

Debe recordarse que el sitio es una zona actualmente perturbada principalmente por zonas agrícolas y por zonas urbanas.



Imagen 3. Vista superior del camino de terracería y puente vehicular

VII.1.4 Pronostico ambiental.

Adicionalmente al contexto descrito y con el fin de contar con un escenario basado en datos georreferenciados, se desarrolló un pronóstico a futuro del mismo SA, congruente con las tendencias de desarrollo y deterioro que prexisten en el área, para ello se recurrió a la obtención de la tasa anual de cambio de uso de suelo, conforme a los indicadores básicos de desempeño ambiental que ofrece el SNIA[1] y a partir de un análisis en retrospectiva de las modificaciones en el uso de suelo que ha experimentado el SA, teniendo como fuente de información las cartas[2]:

- 1992: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie I, escala 1: 250 000. México.
- 2005: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie III, escala 1: 250 000. México.
- 2018: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII, escala 1: 250 000. México.

Tabla 5. Modificaciones en el uso de suelo en la superficie del SA a través del tiempo

Uso de suelo y vegetación	Serie I (1992)		Serie III (2005)		Serie VII (2018)	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Bosque mesófilo de montaña	999.81	13.52	441.47	5.97	541.58	7.32
Bosque de pino	-	-	520.23	7.04	142.16	1.92
Bosque de pino-encino	2,646.33	35.79	432.05	5.84	517.54	7.00
Bosque de encino	-	-	1,398.05	18.91	980.54	13.26
Bosque de encino-pino	-	-	78.92	1.07	66.65	0.90
Pastizal inducido	599.33	8.10	2,860.31	38.68	431.14	5.83
Agricultura de riego anual	-	-	-	-	166.63	2.25
Agricultura de temporal anual	213.04	2.88	583.46	7.89	2,841.16	38.42
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	42.56	0.58	-	-	28.64	0.39
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	-	-	-	-	210.51	2.85
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	2,893.55	39.13	1,080.14	14.61	1,051.82	14.22
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	-	-	-	-	416.24	5.63
Total	**7,394.63**	**100.00**	**7,394.63**	**100.00**	**7,394.63**	**100.00**

La tasa anual de cambio de uso de suelo se calculó con la fórmula:

$$r = \left(\left(\left(\frac{S2}{S1} \right)^{1/t} \right) * 100 \right) - 100$$

Dónde:

r = tasa anual.

S2 = superficie final.

S1 = superficie inicial.

[1]https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-informacion-ambiental-y-de-recursos-naturales

[2] https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/

t = tiempo transcurrido entre fechas.

Tabla 6. Tasa anual de cambio de uso de suelo del año 1992 al 2018

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)			Tasa anual de cambio (%)		
	Año 1992	Año 2005	Año 2018	1992 a 2005	2005 a 2018	1992 a 2018
Bosque mesófilo de montaña	999.81	441.47	541.58	-6.09	1.58	-4.61
Bosque de pino	-	520.23	142.16	100.00	-9.50	100.00
Bosque de pino-encino	2,646.33	432.05	517.54	-13.01	1.40	-11.80
Bosque de encino	-	1,398.05	980.54	100.00	-2.69	100.00
Bosque de encino-pino	-	78.92	66.65	100.00	-1.29	100.00
Pastizal inducido	599.33	2,860.31	431.14	12.77	-13.55	-2.50
Agricultura de riego anual	-	-	166.63	0.00	100.00	100.00
Agricultura de temporal anual	213.04	583.46	2841.16	8.06	12.95	22.05
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	42.56	-	28.64	-100.00	100.00	-3.00
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	-	-	210.51	0.00	100.00	100.00
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	2893.55	1,080.14	1,051.82	-7.30	-0.20	-7.49
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	-	-	416.24	0.00	100.00	100.00
Total	**7,394.63**	**7,394.63**	**7394.63**	**-**	**-**	**-**

De esta forma se obtuvo el valor de la tasa anual de cambio para la superficie interesada (SA) y la superficie ocupada por otros conceptos forestales y no forestales; de lo que se obtiene que históricamente el cambio en términos de superficie se presenta en el surgimiento de nuevas clasificaciones de agricultura, tipos de bosque y cambios de vegetación secundaria.

Tabla 7. Comportamiento de las tasas anuales de cambio de uso de suelo en el SA

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)		Tasa anual de cambio (%)	Estado
	Año 1992	Año 2018		
Bosque mesófilo de montaña	999.81	541.58	-4.61	Disminuyó
Bosque de pino	-	142.16	100.00	Surgió
Bosque de pino-encino	2,646.33	517.54	-11.80	Disminuyó
Bosque de encino	-	980.54	100.00	Surgió
Bosque de encino-pino	-	66.65	100.00	Surgió
Pastizal inducido	599.33	431.14	-2.50	Disminuyó
Agricultura de riego anual	-	166.63	100.00	Surgió
Agricultura de temporal anual	213.04	2,841.16	22.05	Aumentó
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	42.56	28.64	-3.00	Disminuyó
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	-	210.51	100.00	Surgió
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	2893.55	1,051.82	-7.49	Disminuyó
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	-	416.24	100.00	Surgió

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)		Tasa anual de cambio (%)	Estado
	Año 1992	Año 2018		
Total	**7,394.63**	**7394.63**	**-**	**-**

En este sentido, podemos pronosticar un escenario futuro para el SA, sin alojamiento del proyecto, considerando la tendencia de cambio de uso de suelo que ha exhibido en últimos 26 años (tasa de cambio del periodo 1992-2018). Se puede observar una agresiva fragmentación de la vegetación forestal, aumento del cambio de uso de suelo a agrícola y un surgimiento de nuevos tipos de vegetación secundaria. Por lo que, de seguir esta tendencia de expansión, la vegetación que aún conserva el SA seguirá reduciendo su tamaño de ocupación.

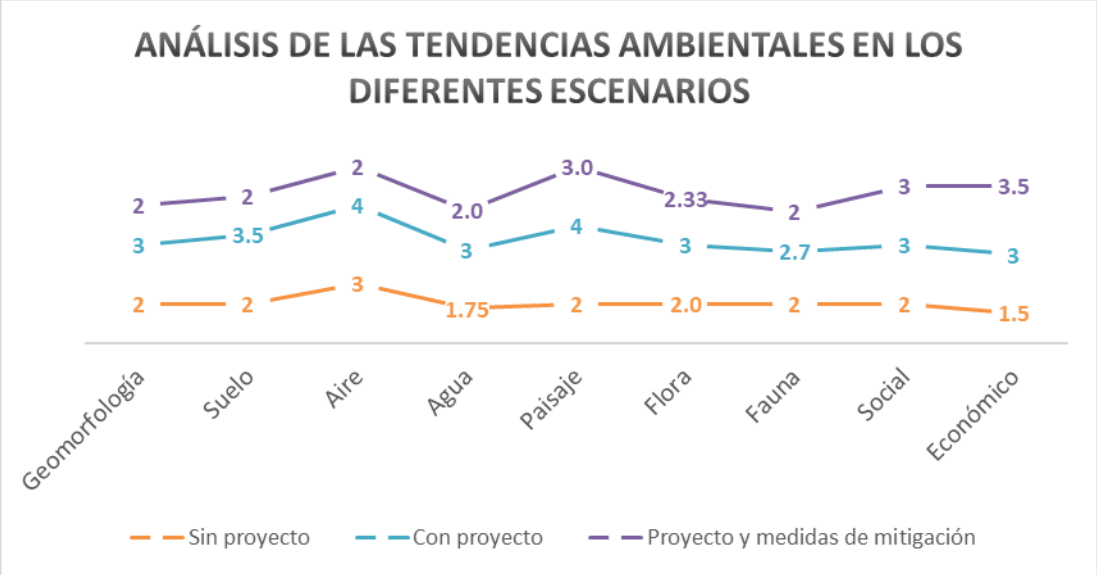
En este sentido, la ejecución del presente proyecto no tendrá un impacto significativo en las condiciones actuales del SA, ya que este se desarrollará sobre una zona de cambios constantes y meramente ya perturbada.

VII.1.5 Evaluación de alternativas.

No existen alternativas de ubicación del Proyecto ni alternativas técnicas, toda vez que la conceptualización y diseño del mismo se origina a partir de la necesidad de la construcción de un nuevo puente vehicular el cual beneficiara a las localidades involucradas. El proyecto conservará el flujo de corriente de agua y aumentará la seguridad vial para el traslado de bienes y servicios optimizando la calidad de vida de los habitantes de la región.

VII.1.6 Conclusiones.

Es este capítulo se analiza los distintos escenarios de manera objetiva y clara, así como las distintas acciones de mitigación con la finalidad de asegurar una estabilización del ecosistema.



Grafica 1. Concentrado de las tendencias ambientales en los distintos escenarios posibles

Las acciones de proyecto contempla obras y actividades que únicamente requieren de la ocupación del territorio necesario para su colocación, es decir, el proyecto una vez construido no causará más impactos ambientales de los que, en su momento durante la realización de la obra se puedan prever, atenuar y compensar, por lo que, la realización de los trabajos propuestos, en conjunto con las

medidas de mitigación permitirá mantener integralidad funcional y la capacidad de carga del ecosistema en la región a intervenir.

Entre los criterios técnicos, ambientales, sociales y económicos, sobre los cuales se sustenta el Proyecto (mencionados en el capítulo II de este estudio), destacan:

i. Técnicos: El presente proyecto pretende su ejecución en parte del camino de terracería existente y puente vehicular, así como en territorio con escasa flora ruderal, con lo cual se garantiza que no se verán afectados organismos excesivos de vegetación.

ii. Ambientales. Al desarrollarse la mayor parte del proyecto sobre el camino de terracería existente, puente vehicular y sobre terrenos de poca vegetación, se garantiza que los impactos al ambiente serán mínimos.

iii. Económicos. La implementación del proyecto aportará beneficios económicos, resultando en un aliciente a la población que se encuentra en la zona de influencia del proyecto, toda vez que se contratará mano de obra temporal.

Por otra parte, de acuerdo a lo establecido en las normas que regulan la materia ambiental, las cuales garantizan su correcta aplicación y acción de lo expuesto en capítulos anteriores y en relación a las medidas de mitigación, se presenta un programa de vigilancia ambiental, el cual tiene como finalidad que durante todas las etapas del proyecto se apliquen los mecanismos propuestos, aunado a las medidas que se aplicaran en el caso de resultar estas insuficientes. El programa presenta indicadores objetivos, frecuentes y fáciles de analizar, con la finalidad de presentar una visión clara del programa y así poder medir el sistema en caso de afectación. Por lo que este programa cuenta con suficiente información y recabará la necesaria durante su operación, y así poder identificar las medidas de control o de mitigación en su caso.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CONTENIDO

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental 2

VIII.1 Presentación de la Información 2

VIII.1.1 Cartografía 2

VIII.1.2 Fotografías 2

VIII.2 Otros anexos 2

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la Información

VIII.1.1 Cartografía

- Mapas
- Coordenadas

VIII.1.2 Fotografías

- Catálogo de flora silvestre
- Catálogo de Fauna Silvestre

VIII.2 Otros anexos

- Listado de fauna silvestre
- Listado de Flora silvestre