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

Documento Técnico Unificado (DTU)
Modalidad B - Regional

PROYECTO:

“LÍNEA DE TRANSMISIÓN NORTE LA ALEGRÍA SOLAR”

PROMOVENTE:

“SUNSTONE POWER 2, S. DE R.L. DE C.V.”

CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

PREPARADO PARA:
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
Campeche, Campeche
Enero, 2026

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 3

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO 3
I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO 3
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO 4
I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO 13
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 14
I.2.1 NOMBRE O RAZON SOCIAL 14
1.2.3 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE 14
1.2.3 NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL 14
1.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR NOTIFICACIONES 14
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 14
1.3.1 NOMBRE O RAZON SOCIAL 14
1.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES 15
1.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 15
1.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 15
1.3.4.5 DATOS DEL RESPONSABLE TÉCNICO EN MATERIA FORESTAL 15
1.3.5.3 IDENTIFICACIÓN OFICIAL 17

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

El proyecto se denomina "**Línea de Transmisión Norte La Alegría Solar**" (el **Proyecto**), el cual es una línea de transmisión aislada que conectará a un parque fotovoltaico,[1] que pretende establecerse en **03** predios rústicos, que son propiedad privada y de los cuales esta promovente es arrendataria, a saber: 1) el predio rústico denominado "**El Pocito**", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, con una superficie total de 65-05-12.495 has y de la cual se arrienda una superficie de 5-36-66.89 has, lo cual se acredita mediante instrumento notarial No. 10,044, de 09 de enero de 2026, consistente en el contrato de arrendamiento celebrado entre Juan Antonio Ivich Zamorano (arrendador) y Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V., (como arrendataria) **(Anexo_I_1.0.);** 2) el predio rústico denominado "**San Antonio**", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, con una superficie de 207-29-84.75 has y de la cual se arriendan 2-66-92.80 has, lo cual quedó asentado en el instrumento notarial No. 10,045, de 09 de enero de 2026, consistente en el contrato de arrendamiento celebrado entre Sunwood, S.A. Promotora de Inversión de C.V., (arrendador) y Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V., (como arrendataria), así como con la comparecencia de la C. Gina Elisa Ostler Pujol en su carácter de propietaria y cesionaria**(Anexo_I_1.1.);** y 3) la Fracción B del Predio Rústico denominado "**Andrés Miguel**", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, mismo que cuenta con una superficie total de 224-77-15 has, de las cuáles se arriendan 20-42-85.48 has, tal y como consta en el instrumento notarial No. 10,000 de 29 de diciembre de 2025, en el que se hizo constar el contrato de arrendamiento, celebrado entre los señores Luisa Cristina Ortega Victoria y Miguel Andrés Ortega Victoria, conjuntamente como arrendadores y Suntone Power 2, S. de R.L de C.V. (arrendataria) **(Anexo_I_1.2.).**

El **Proyecto** se distribuirá en una superficie de **total de 29.266 ha,** en los predios arrendados por el **Promovente.**

La línea de transmisión consistente en la construcción, operación y mantenimiento de dos líneas de transmisión aérea de alta tensión (400 kV), dispuestas de manera paralela y un DDV de 36 m cada uno. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km. Su función principal es transportar la energía eléctrica generada por el parque fotovoltaico "La Alegría Solar" desde el punto de salida del proyecto hasta su integración con la Red Nacional de Transmisión, mediante el entronque con líneas existentes de la **CFE**, este último cuenta con autorización de la Comisión Nacional de Energía (**CNE**) mediante resolución No. CNE/RES/755/2025 (**Anexo _I_1.3**) y con título de permiso para la generación de energía eléctrica No. CNE/E/29/GEN/2025 (**Anexo_I_1.4**), y con base en los artículos Quinto y Décimo Primero Transitorios de la Ley del Sector Eléctrico (**LSE**).

Cabe señalar que el marco regulatorio en materia de energías renovables se ha visto fortalecido con las nuevas leyes que instan a una mejor planeación de la expansión de la generación de electricidad.

---

[1] Dicho parque solar se encuentra en evaluación de impacto ambiental con bitácora No. 09/MG-0597/10/25, ante esa H. Secretaría.

Lo anterior, considerando una incorporación acelerada de energías limpias en el **SEN**, como es el caso de la Ley General de Cambio Climático **(LGCC),** la Ley de Planeación y Transición Energética (**LPTE)**, así como la **LSE**. Así, este **Proyecto** coadyuvará con el cumplimiento de las metas establecidas por México en materia de energías renovables.

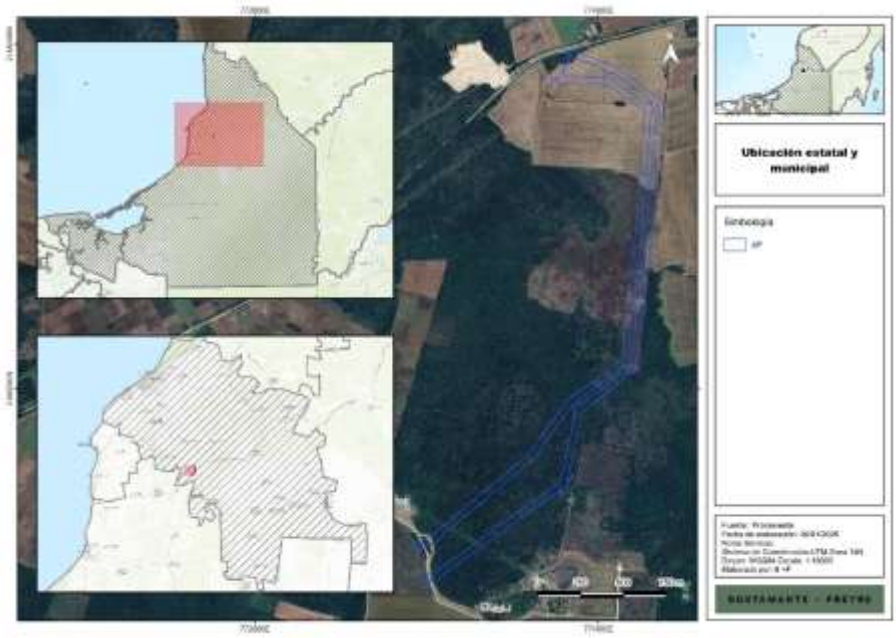
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El **Proyecto,** y consiste en dos líneas de transmisión eléctricas aéreas que corren de manera paralela para la evacuación de energía hacia el **SEN**. Mismo que se localizará en 03 predios rústicos, ubicados en el Estado de Campeche, de los cuales esta promovente es arrendataria, a saber: 1) el predio rústico denominado "**El Pocito**", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, con una superficie total de 65-05-12.495 has y de la cual se arrienda una superficie de 5-36-66.89 has, lo cual se acredita mediante instrumento notarial No. 10,044, de 09 de enero de 2026, consistente en el contrato de arrendamiento celebrado entre Juan Antonio Ivich Zamorano (arrendador) y Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V., (como arrendataria) **(Anexo_I_1.0.);** 2) el predio rústico denominado "**San Antonio**", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, con una superficie de 207-29-84.75 has y de la cual se arriendan 2-66-92.80 has, lo cual quedó asentado en el instrumento notarial No. 10,045, de 09 de enero de 2026, consistente en el contrato de arrendamiento celebrado entre Sunwood, S.A. Promotora de Inversión de C.V., (arrendador) y Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V., (como arrendataria), así como con la comparecencia de la C. Gina Elisa Ostler Pujol en su carácter de propietaria y cesionaria**(Anexo_I_1.1.);** y 3) la Fracción B del Predio Rústico denominado "**Andrés Miguel**", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, mismo que cuenta con una superficie total de 224-77-15 has, de las cuáles se arriendan 20-42-85.48 has, tal y como consta en el instrumento notarial No. 10,000 de 29 de diciembre de 2025, en el que se hizo constar el contrato de arrendamiento, celebrado entre los señores Luisa Cristina Ortega Victoria y Miguel Andrés Ortega Victoria, conjuntamente como arrendadores y Suntone Power 2, S. de R.L de C.V. (arrendataria) **(Anexo_I_1.2.).**

El municipio de Campeche, Campeche, se encuentra entre los paralelos 19°13' y 19°58' de latitud norte; los meridianos 89°51' y 90°42' de longitud oeste; altitud entre 0 y 200 m, colinda al norte con el Golfo de México y los municipios de Tenabo y Hopelchén; al este con los municipios de Hopelchén y Champotón; al sur con el municipio de Champotón y al oeste con el municipio de Champotón y el Golfo de México. Ocupa el 5.63% de la superficie del estado. Cuenta con 471 localidades y una población total de 928,363 personas; resultado del Censo de Población y Vivienda 2020.[2] Para mayor claridad se inserta la siguiente imagen sobre la ubicación del **Proyecto** en el municipio de Campeche:

Figura I. 1. 1. Ubicación del Proyecto.

[2] INEGI, Principales Resultados Censo de Población y Vivienda 2020, p. 2, consultable en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198107.pdf



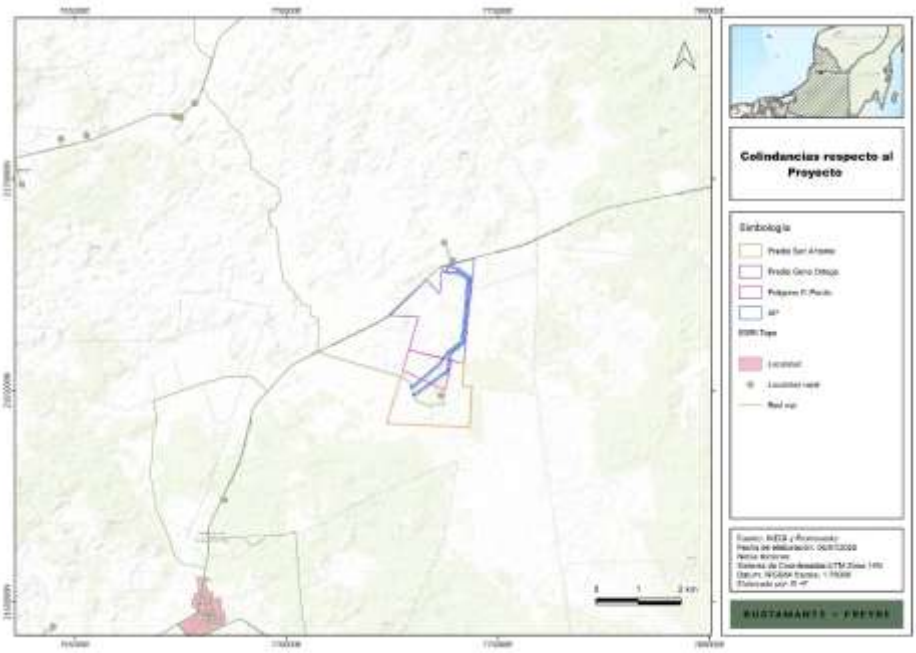
Colindancias

El **Proyecto** se desarrolla dentro de un entorno rural con predominio de predios de propiedad privada. En el área inmediata del trazo se identifican colindancias y/o relación espacial con los siguientes predios:

- Polígono El Pocito
- Predio San Antonio
- Predio Andrés Miguel

Asimismo, en la zona se observa la presencia de red vial y de localidades (incluyendo localidades rurales) cercanas al trazo, las cuales constituyen referencias territoriales relevantes para la identificación del sitio y para la logística de construcción y mantenimiento. La localización y configuración del **Proyecto** respecto a dichas colindancias y elementos del entorno se presentan en la siguiente figura:

Figura I. 2. Colindancias respecto al Proyecto.



El **Proyecto** se encuentra entre las coordenadas siguientes:

Figura I. 3 Coordenadas del polígono del Proyecto.

Línea de Transmisión ubicada al este

Vértice	X	Y
0	773021.327	2164879.998
1	773019.894	2164884.037
2	773023.983	2164887.542
3	773031.256	2164893.774
4	772993.844	2164882.43
5	772983.319	2164916.529
6	773038.117	2164933.879
7	773037.051	2164936.006
8	773081.75	2164958.411
9	773083.055	2164955.808
10	773399.6	2165183.858
11	773395.505	2165189.547
12	773436.084	2165218.758
13	773440.174	2165213.077
14	773765.593	2165447.334
15	773781.985	2165472.436
16	773867.498	2165861.044
17	773854.695	2165870.79
18	773884.977	2165910.576
19	773895.228	2165902.774
20	774191.258	2166135.189
21	774193.775	2166157.367
22	774194.585	2166164.503
23	774226.207	2166443.201

Vértice	X	Y
24	774225.314	2166443.286
25	774230.05	2166493.062
26	774231.845	2166492.891
27	774265.49	2166789.408
28	774258.976	2166790.028
29	774263.711	2166839.804
30	774270.532	2166839.155
31	774299.271	2167161.491
32	774298.745	2167161.541
33	774303.48	2167211.317
34	774303.711	2167211.295
35	774342.922	2167651.069
36	774074.903	2167837.945
37	774069.443	2167825.907
38	774023.907	2167846.557
39	774030.177	2167860.383
40	773859.478	2167918.786
41	773856.914	2167913.446
42	773844.566	2167919.374
43	773840.908	2167921.13
44	773822.699	2167929.873
45	773828.455	2167941.864
46	773810.384	2167950.433
47	773816.811	2167963.986

Vértice	X	Y
48	773829.512	2167957.964
49	773869.362	2167968.66
50	773878.555	2167958.52
51	773875.168	2167951.466
52	774071.248	2167884.38
53	774089.26	2167871.821
54	774090.093	2167871.443
55	774090.023	2167871.289
56	774354.353	2167686.986
57	774354.441	2167687.086
58	774360.061	2167683.006
59	774380.634	2167668.661
60	774339.55	2167207.885
61	774346.582	2167207.216
62	774343.898	2167182.145
63	774341.259	2167157.496
64	774335.109	2167158.081
65	774306.371	2166835.745
66	774306.813	2166835.703
67	774304.14	2166810.734
68	774304.139	2166810.72
69	774304.133	2166810.666
70	774301.735	2166785.96
71	774301.334	2166785.998

Vértice	X	Y
72	774267.689	2166489.48
73	774272.905	2166488.984
74	774270.486	2166464.067
75	774268.074	2166439.218
76	774262.051	2166439.791
77	774228.419	2166143.385
78	774238.789	2166137.552
79	774236.144	2166110.31
80	774214.199	2166094.017
81	774204.245	2166099.616
82	773924.576	2165880.046
83	773902.02	2165850.411
84	773817.151	2165464.734
85	773842.134	2165482.718
86	773838.921	2165487.182
87	773855.152	2165498.866
88	773863.916	2165486.692
89	773847.684	2165475.008
90	773844.471	2165479.472
91	773818.151	2165460.525
92	773829.208	2165453.305
93	773801.871	2165411.44
94	773790.653	2165418.765
95	773782.591	2165382.13

Vértice	X	Y
96	773787.963	2165380.948
97	773783.664	2165361.415
98	773769.015	2165364.639
99	773773.313	2165384.172
100	773778.685	2165382.99
101	773786.375	2165417.936
102	773461.206	2165183.86
103	773465.295	2165178.179
104	773424.716	2165148.968
105	773420.626	2165154.649
106	773127.558	2164943.687
107	773130.167	2164936.036
108	773111.237	2164929.581

Vértice	X	Y
109	773110.592	2164931.474
110	773099.319	2164923.36
111	773104.155	2164913.712
112	773059.456	2164891.307
113	773054.662	2164900.871
114	773040.769	2164896.659
115	773025.078	2164883.212
116	773021.327	2164879.998

Línea de Transmisión ubicada al oeste

Vértice	X	Y
0	774194.585	2166164.5

Vértice	X	Y
1	774193.775	2166157.37
2	774170.741	2166120.45
3	774148.706	2166134.19
4	773867.341	2165918.98
5	773869.907	2165916.39
6	773834.406	2165881.18
7	773832.343	2165883.26
8	773637.829	2165615.45
9	773644.501	2165609.85
10	773612.357	2165571.55
11	773603.842	2165578.7
12	773357.742	2165371.99
13	773362.244	2165366.63
14	773323.958	2165334.47
15	773319.465	2165339.82
16	773087.711	2165144.93
17	773092.804	2165146.51
18	773097.236	2165132.18
19	773078.129	2165126.27
20	773076.504	2165131.52
21	773069.004	2165129.2
22	773056.658	2165118.82
23	773062.143	2165108.95
24	773018.441	2165084.66

Vértice	X	Y
25	773012.941	2165094.56
26	772996.673	2165089.61
27	772993.214	2165086.7
28	772985.395	2165080.14
29	772964.716	2165062.77
30	772968.068	2165058.41
31	772952.215	2165046.22
32	772943.07	2165058.11
33	772958.923	2165070.3
34	772962.275	2165065.94
35	772983.493	2165083.76
36	772986.925	2165086.65
37	772935.818	2165071.11
38	772925.05	2165105.36
39	772994.662	2165127.44
40	772994.149	2165128.36
41	773037.851	2165152.65
42	773038.836	2165150.88
43	773296.311	2165367.39
44	773291.8	2165372.76
45	773330.086	2165404.91
46	773334.588	2165399.55
47	773575.845	2165602.19
48	773574.059	2165603.69

Vértice	X	Y
49	773606.203	2165641.99
50	773610.186	2165638.65
51	773773.83	2165863.96
52	773765.39	2165875.68
53	773781.622	2165887.37
54	773784.835	2165882.91
55	773790.664	2165887.14
56	773806.659	2165909.16
57	773799.197	2165916.68
58	773834.699	2165951.89
59	773841.781	2165944.75
60	773860.186	2165958.83
61	773857.257	2165960.96
62	773869.01	2165977.14
63	773876.762	2165971.51
64	774133.043	2166167.54
65	774167.023	2166463.6
66	774169.304	2166487.58
67	774169.77	2166487.54
68	774205.265	2166796.81
69	774198.783	2166797.42
70	774203.518	2166847.2
71	774210.106	2166846.57
72	774238.21	2167198.74

Vértice	X	Y
73	774232.19	2167199.35
74	774235.01	2167242.7
75	774241.635	2167241.66
76	774271.415	2167614.82
77	774067.619	2167753.53
78	774066.631	2167751.36
79	774031.178	2167767.43
80	773810.883	2167777.05
81	773804.342	2167762.63
82	773758.806	2167783.28
83	773763.542	2167793.72
84	773760.934	2167793.72
85	773741.813	2167793.72
86	773741.577	2167788.23
87	773721.595	2167789.09
88	773722.24	2167804.08
89	773742.221	2167803.22
90	773741.985	2167797.72
91	773762.881	2167797.72
92	773765.356	2167797.72
93	773779.456	2167828.82
94	773794.864	2167821.83
95	773802.305	2167860.67
96	773797.395	2167862.99

Vértice	X	Y
97	773805.964	2167881.07
98	773810.906	2167878.72
99	773813.852	2167882.89
100	773840.908	2167921.13
101	773844.566	2167919.37
102	773818.88	2167883.07
103	773814.575	2167876.98
104	773819.517	2167874.64
105	773810.948	2167856.57
106	773806.038	2167858.9
107	773798.611	2167820.13
108	773814.881	2167812.75
109	774035.276	2167803.28
110	774041.745	2167817.54
111	774087.281	2167796.89
112	774082.709	2167786.81
113	774280.663	2167652.07

Vértice	X	Y
114	774302.076	2167661.75
115	774323.871	2167614.59
116	774306.905	2167607
117	774277.306	2167236.1
118	774284.784	2167234.94
119	774281.772	2167194.3
120	774274.033	2167195.09
121	774245.948	2166843.16
122	774253.294	2166842.46
123	774248.558	2166792.69
124	774241.109	2166793.4
125	774205.615	2166484.13
126	774219.08	2166482.85
127	774214.344	2166433.07
128	774199.913	2166434.45
129	774170.645	2166179.44
130	774194.585	2166164.5

Plaza de tendido

Vértice	X	Y
0	773016.215	2164883.17
1	773017.278	2164881.79
2	773019.717	2164878.62
3	773020.652	2164877.4

Vértice	X	Y
4	773023.068	2164874.26
5	773007.215	2164862.07
6	772998.07	2164873.96
7	773013.923	2164886.15
8	773016.215	2164883.17

Debido a lo anterior, en los capitulos subsecuentes solo se considerarán para los análisis la superficie de los 3 predios mostrados, quedando las superficies como sigue:

1. El predio rústico denominado “**El Pocito**”, ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, con una superficie total de 65-05-12.495 has y de la cual se arrienda una superficie de 5-36-66.89 has, lo cual se acredita mediante instrumento notarial No. 10,044, de 09 de enero de 2026, consistente en el contrato de arrendamiento celebrado entre Juan Antonio Ivich Zamorano (arrendador) y Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V.;

2. El predio rústico denominado “**San Antonio**”, ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, con una superficie de 207-29-84.75 has y de la cual se arriendan 2-66-92.80 has, lo cual quedó asentado en el instrumento notarial No. 10,045, de 09 de enero de 2026, consistente en el contrato de arrendamiento celebrado entre Sunwood, S.A. Promotora de Inversión de C.V., (arrendador) y Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V., (como arrendataria), así como con la comparecencia de la C. Gina Elisa Ostler Pujol en su carácter de propietaria y cesionaria**;** y

3. La Fracción B del Predio Rústico denominado “**Andrés Miguel**”, ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, mismo que cuenta con una superficie total de 224-77-15 has, de las cuáles se arriendan 20-42-85.48 has, tal y como consta en el instrumento notarial No. 10,000 de 29 de diciembre de 2025, en el que se hizo constar el contrato de arrendamiento, celebrado entre los señores Luisa Cristina Ortega Victoria y Miguel Andrés Ortega Victoria, conjuntamente como arrendadores y Suntone Power 2, S. de R.L de C.V. (arrendataria)**;**

De acuerdo con la información obtenida en campo, la superficie total del **Proyecto** es de **29.266 ha**. De dicha superficie, únicamente **13.021** ha corresponden a vegetación forestal susceptible de ser considerada dentro del procedimiento de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

Las etapas de preparación del sitio y construcción del **Proyecto** se llevarán a cabo en un período de 02 años, mientras que la etapa de operación y mantenimiento tendrá una vida útil estimada de 40 años. Finalmente, la etapa de cierre, desmantelamiento y abandono se prevé en un plazo de 01 año.

Es importante mencionar que estos periodos dependerán de varios factores, tanto técnicos, como comerciales, por lo que podrán existir algunas variaciones, mismas que, en su caso, serán notificadas previamente a las autoridades competentes.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZON SOCIAL

Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V; (el **Promovente)**

Adjunto al presente se exhibe como **Anexo_I_ 1.5** la copia certificada del acta constitutiva, misma que consta en la escritura pública número 57,405 de 26 de septiembre de 2024, otorgada ante Juan José A. Barragán Abascal, titular de la Notaría No. 171 de la Ciudad de México, en la que se hizo constar la constitución de Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V.

1.2.3 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

[redacted](al igual que en el caso anterior, se exhibe como **Anexo_I_1.6** copia del RFC).

Se testa nombre de persona física, pues se trata de un dato personal, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.2.3 NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL

El representante legal es el C. [redacted], quien acredita su personalidad jurídica en términos del instrumento público 57,405 de 26 de septiembre de 2024, otorgada ante Juan José A. Barragán Abascal, titular de la Notaría No. 171 de la Ciudad de México mismo que se exhibe en copia certificada como **Anexo_I_1.5.** (Tal y como se aprecia en el acuerdo Cuarto, fojas 13 y 14 de dicho instrumento).

1.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR NOTIFICACIONES

[redacted].

Correo: [redacted].

Se testan correos electrónicos ya que contienen nombres, datos e información de personas físicas que los identifican o hacen identificables y por lo tanto son datos personales e información confidencial, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

1.3.1 NOMBRE O RAZON SOCIAL

ABF, Servicios Técnicos, S.C. (**Anexo_I_1.7**).

1.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

[redacted](**Anexo_I_1.7**).

Se testa nombre de persona física, pues se trata de un dato personal, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Ing. [redacted], con Cédula Profesional: 9792954 (se anexa copia de cédula profesional como **Anexo_I_1.8**) e identificación oficial **Anexo_I_1.8.1**, asimismo se adjunta carta de la persona responsable técnica, con base en el artículo 35 bis 1 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**Anexo_I_1.9)**

1.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

[redacted]

Se testan correos electrónicos ya que contienen nombres, datos e información de personas físicas que los identifican o hacen identificables y por lo tanto son datos personales e información confidencial, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.4.5 DATOS DEL RESPONSABLE TÉCNICO EN MATERIA FORESTAL

Nombre: ABF, Servicios Técnicos, S.C.

[redacted].

1.3.4.5.1. NÚMERO DE REGISTRO FORESTAL

El número de registro forestal con fecha 09 de mayo de 2022 de la empresa ABF, Servicios Técnicos, S.C., se encuentra integrado en **Libro MICH, Tipo VI, Volumen 1, Número 1, Año 22, como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Moral (Anexo_I_1.10),** asimismo, se adjunta carta de la persona responsable técnica, con base en el artículo 35 bis 1 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**Anexo_I_ 1.11)**

1.3.5.2 REGISTRO FORESTAL NACIONAL

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

2022 Ricardo Flores Magón

DELEGACIÓN FEDERAL EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

Bitácora: 16/FM-0471/04/22
Oficio No. MICH/GA/04/2200/2022
Asunto: Inscripción en el Registro Forestal Nacional como Prestador de Servicios Técnicos Forestales
Morelia, Michoacán; a 11 de mayo de 2022

[redacted]
REPRESENTANTE LEGAL DE
ABF SERVICIOS TECNICOS SOCIEDAD CIVIL

Hago referencia a su solicitud recibida en esta Unidad Administrativa el 28 de abril de 2022, mediante la cual solicita su Inscripción en el Registro Forestal Nacional como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Moral.

Con fundamento en los artículos 26 y 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 19 fracción XXV, 38, 39 y 40 fracción XX del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 42 fracción IV, 50 fracción IV, 68 fracción VI y 101 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 20 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; y en virtud de haber cumplido con los requisitos que señala el artículo 155 del mismo Reglamento, así como lo dispuesto en el artículo 194-N-1 de la Ley Federal de Derechos:

SE CERTIFICA:

Su Inscripción en el Registro Forestal Nacional con fecha 09 de mayo de 2022 de la empresa denominada ABF SERVICIOS TECNICOS SOCIEDAD CIVIL; integrada en el **Libro MICH, Tipo VI, Volumen 1, Número 1, Año 22,** como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Moral.

Lo anterior, para su observancia y cumplimiento de las disposiciones legales aplicables.

ATENTAMENTE
EL SUBDELEGADO DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DELEGACIÓN FEDERAL
MICHOACÁN

LIC. CARLOS ALBERTO GARCÍA SALGADO

Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia del Titular de la Delegación Federal en el Estado de Michoacán, en términos de los artículos 17 Bis y Octavo Transitorio del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018, previa designación firma el presente el Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales.

"Por un uso responsable del papel, las copias de conocimiento de este asunto son remitidas vía electrónica".

C.c.e.p. Director General de Gestión Forestal y de Suelos.-Ciudad de México.
Encargado del Despacho de la Delegación Federal de la PROFEPA.-Ciudad.
Encargado del Despacho de la Gerencia Estatal de la CONAFOR.- Ciudad.
Director General de la Comisión Forestal del Estado.-Ciudad.

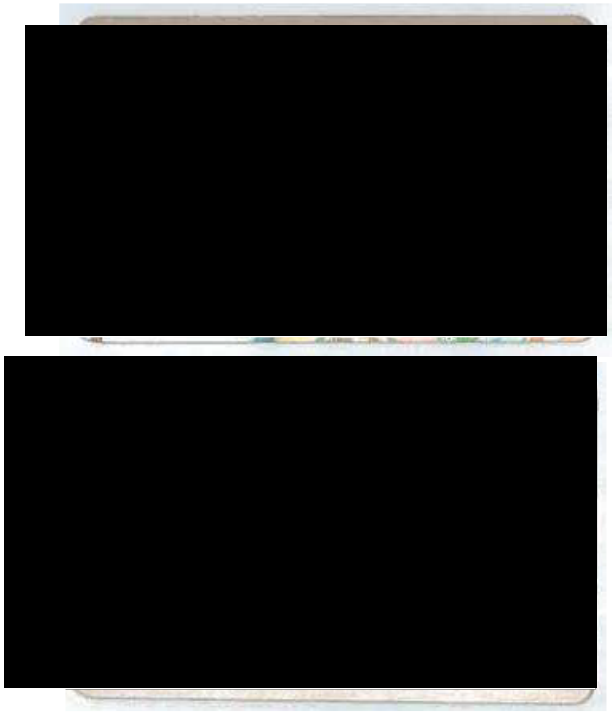
CAGS/HMAP/YMCH

Periodista Bustamante No. 222 Col. Rinconada del Valle, Morelia, Michoacán, C.P.58190.
Tels: (443) 322-6001; ww.gob.mx/semarnat

1 de 1

Se testan correos electrónicos ya que contienen nombres, datos e información de personas físicas que los identifican o hacen identificables y por lo tanto son datos personales e información confidencial, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3.5.3 IDENTIFICACIÓN OFICIAL



Se testan datos de persona física que contienen nombre, domicilio, CURP, número de INE, ya que los identifican o hacen identificable y por lo tanto son datos personales e información confidencial, con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Anexo_I_1.12. Identificación oficial de represéntate del responsable en materia forestal.

Documento Técnico Unificado (DTU)
Modalidad B - Regional

PROYECTO:

"LÍNEA DE TRANSMISIÓN NORTE LA ALEGRÍA SOLAR"

PROMOVENTE:

"SUNSTONE POWER 2, S. DE R.L. DE C.V."

Sunstone Power

CAPITULO II. DESCRIPCION DEL PROYECTO

PREPARADO PARA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Campeche, Campeche

Enero, 2026

Tabla de contenido

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 8

II.1. Información general del Proyecto. 8

II.1.1. Naturaleza del Proyecto. 10

II.1.2. Objetivo del Proyecto. 12

II.1.3. Ubicación física 13

II.1.4. Inversión requerida. 21

II.2. Características particulares del Proyecto. 21

A. Dimensiones del Proyecto. 22
B. Uso de suelo y vegetación. 23
C. Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). 24
D. Componentes del Proyecto 26
D.6. Cimentaciones. 31
E. Componentes auxiliares o complementarios 35

II.2.1. Programa de trabajo 37

II.2.2. Representación gráfica regional. 38

II.2.3. Representación gráfica local. 40

II.2.4. Preparación del sitio y construcción. 42

A. Preparación del sitio 42
B. Construcción. 45
C. Obras complementarias 47
D. Obras y servicios provisionales 48
E. Requerimientos para la etapa de preparación del sitio y construcción 49

II.2.5. Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo 53

A. Muestreo 54
B. Metodología para el cálculo de la densidad y volumen maderable a remover 59
C. Número de individuos y existencias volumétricas maderables estimados a remover por propietario 62
D. Estimación de existencias totales de recursos forestales no maderables. 74
E. Destino final de las materias primas forestales 75
F. Literatura consultada 75

II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo 75

A. Clasificación para la valoración económica 76

II.2.7. Operación y mantenimiento. 87

A. Operación 87
B. Mantenimiento. 88
C. Requerimientos para la etapa de operación y mantenimiento 88

[redacted]

II.2.8 Desmantelamiento y cierre de las instalaciones. 92
A. Desenergización de la línea 92
B. Desmontaje de estructuras metálicas 92
C. Retiro de cimentaciones y nivelación del terreno 93
D. Restauración del sitio 93
E. Requerimiento para la etapa de desmantelamiento y cierre 93

II.2.9. Residuos. 96
A. Aguas residuales 96
B. Residuos generados en el Proyecto 97

II.2.10. Emisiones y descargas 100
A. Emisiones a la atmósfera. 100
B. Descargas 107

[redacted]

Índice de tablas

Tabla II. 1. Coordenadas del polígono del Proyecto. 16
Tabla II. 2. Superficies del Proyecto 23
Tabla II. 3. Superficie tipo de uso de suelo y vegetación. 23
Tabla II. 4. Superficie del Proyecto sujeta a CUSTF. 25
Tabla II. 5. Características generales de las Líneas de Transmisión. 26
Tabla II. 6. Tipos de torres o estructuras de soporte. 27
Tabla II. 7. Estructuras adicionales. 27
Tabla II. 8. Distancia entre torres 28
Tabla II. 9. Características del conductor. 29
Tabla II. 10. Características de los cables de tierra. 30
Tabla II. 11. Características de aisladores. 31
Tabla II. 12. Características generales de las cimentaciones. 32
Tabla II. 13. Programa de trabajo del Proyecto. 37
Tabla II. 14. Personal requerido. 49
Tabla II. 15. Cálculo de consumo eléctrico estimado. 50
Tabla II. 16. Requerimiento estimado de agua 52
Tabla II. 17. Consumo estimado de combustible por maquinaria 53
Tabla II. 18. Resumen de la cantidad de individuos presentes en el área sujeta a CUSTF 54
Tabla II. 19. Resumen de la existencia volumétrica maderable a remover en el área de CUSTF 54
Tabla II. 20. Tipos de vegetación en el área de CUSTF. 55
Tabla II. 21. Desglose del tamaño de muestra resultante de campo e intensidad de muestreo para el estrato arbóreo sobre el área sujeta a CUSTF. 57
Tabla II. 22. Coordenadas de los sitios de muestreo del estrato arbóreo, palmas y epifitas. 58
Tabla II. 23. Coordenadas de los sitios de muestreo del estrato arbustivo 58
Tabla II. 24. Coordenadas de los sitios de muestreo del estrato herbáceo. 59
Tabla II. 25. Descripción de las ecuaciones seleccionadas para cada una de las especies del estrato arbóreo. 61
Tabla II. 26. Volumen del estrato arbóreo a remover en el área sujeta a CUSTF. 63
Tabla II. 27. Superficie de interés para CUSTF en el Proyecto. 64
Tabla II. 28. Volumen del estrato arbóreo a remover en el área sujeta a CUSTF por predio. 65
Tabla II. 29. Cantidad de ejemplares arbóreos existentes en el área sujeta a CUSTF. 68

Tabla II. 30. Cantidad de renuevos del estrato arbóreo presentes en el área sujeta a CUSTF. 69
Tabla II. 31. Individuos del estrato arbustivo presentes en el área sujeta a CUSTF 71
Tabla II. 32. Individuos del estrato de palmas a remover en el área sujeta a CUSTF. 72
Tabla II. 33. Características de los ejemplares de Sabal mexicana identificados en los sitios de muestreo en el AP. 72
Tabla II. 34. Individuos del estrato herbáceo en el área sujeta a CUSTF. 73
Tabla II. 35. Datos de la tierra de monte. 74
Tabla II. 36. Volumen de tierra de orgánica. 74
Tabla II. 37. Técnicas de valoración mediante los precios del mercado. 77
Tabla II. 38. Técnicas de valoración mediante los precios económicos (sombra). 77
Tabla II. 39. Técnicas de valoración por el método de los precios hedónicos. 78
Tabla II. 40. Técnicas de valoración por el método del costo del viaje. 78
Tabla II. 41. Estimación de los costos según existencias y volumen total. ... 79
Tabla II. 42. Estimación de los costos de acuerdo a la forma de vida. 80
Tabla II. 43. Estimación de los recursos biológicos forestales. 80
Tabla II. 44. Clasificación de los valores de la fauna silvestre. 81
Tabla II. 45. Ejemplares de aves identificados según número de individuos, precio unitario y costo total. 83
Tabla II. 46. Ejemplares de mamíferos identificados según número de individuos, precio unitario y costo total 84
Tabla II. 47. Ejemplares de herpetofauna identificados según número de individuos, precio unitario y costo total. 85
Tabla II. 48. Resumen de la estimación económica total para fauna silvestre. 87
Tabla II. 49. Personal requerido. 89
Tabla II. 50. Cálculo de consumo eléctrico estimado. 90
Tabla II. 51. Requerimiento estimado de agua 91
Tabla II. 52. Consumo estimado de combustible por maquinaria 92
Tabla II. 53. Personal requerido. 94
Tabla II. 54. Requerimiento estimado de agua 95
Tabla II. 55. Consumo estimado de combustible por maquinaria 95
Tabla II. 56. Residuos generados en el Proyecto por etapa. 98
Tabla II. 57. Maquinaria y equipo (consumo de combustible total por etapa). 101

[redacted]

Tabla II. 58. Potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero (figuras IPCC TAR 2001)..... 102
Tabla II. 59. Factores de emisión para gas natural, gasolina y diésel 103
Tabla II. 60. Emisiones de gases de combustión, en los que se incluyen los GEI 104



Índice de figuras

Figura II. 1. Ubicación del Proyecto. 13
Figura II. 2. Colindancias respecto al Proyecto. 15
Figura II. 3. Vías de acceso al Proyecto. 16
Figura II. 4. Trazo general de la Línea de Transmisión Norte La Alegría Solar 22
Figura II. 5. Uso de suelo y vegetación del Proyecto 24
Figura II. 6. Áreas sujetas a CUSTF en el polígono del proyecto 26
Figura II. 7. Ubicación de torres. 28
Figura II. 8. Cimentación tipo fraccionada circular con recueva para torre de suspensión. 33
Figura II. 9. Cimentación tipo fraccionada circular con recueva para torre de deflexión. 33
Figura II. 10. Cimentación tipo fraccionada circular con recueva para torre de deflexión especial. 34
Figura II. 11. Plazas de tendido 36
Figura II. 12. Representación gráfica regional. 39
Figura II. 13 Región Hidrológica que incide en el Proyecto 39
Figura II. 14 Cuenca hidrológica que incide en el Proyecto 40
Figura II. 15. Representación gráfica local. 41
Figura II. 16 Subcuencas que inciden en el Proyecto 41
Figura II. 17 Microcuencas que inciden con el Proyecto 42
Figura II. 18. Forma y arreglo de los sitios de muestreo del inventario florístico y dasométrico. 56

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

En el contexto de la transición energética y del crecimiento sostenido de proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes limpias, la infraestructura de transmisión eléctrica constituye un elemento indispensable para garantizar la integración efectiva de dicha energía al Sistema Eléctrico Nacional (**SEN**). La incorporación de nueva capacidad de generación requiere, de manera paralela, el desarrollo de enlaces de transmisión que permitan transportar la energía desde los puntos de producción hacia la red existente, bajo condiciones de seguridad, continuidad y confiabilidad operativa.

En este marco, con la finalidad de interconectar el parque fotovoltaico denominado "La Alegría Solar" con el **SEN**, se somete a evaluación ambiental el proyecto denominado Línea de Transmisión Norte La Alegría Solar (en adelante "**Proyecto**") mediante Documento Técnico Unificado, modalidad B – Regional (**DTU-BR**). El **Proyecto** consiste en la construcción, operación y mantenimiento, cierre y desmantelamiento de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (**CFE**).

Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un derecho de vía (**DDV**) de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km. Cabe señalar que el alcance del **Proyecto** comprende exclusivamente las dos líneas de transmisión descritas, por lo que no incluye subestaciones eléctricas ni otras instalaciones asociadas a la central de generación o a la infraestructura de interconexión, las cuales son objeto de evaluación ambiental independiente mediante un procedimiento distinto al presente.

II.1. Información general del Proyecto.

El **Proyecto** se enmarca en el proceso de expansión y modernización del Sistema Eléctrico Nacional, particularmente en lo relativo a la integración de generación eléctrica a partir de fuentes limpias y renovables. En los últimos años, la generación solar fotovoltaica ha registrado un crecimiento sostenido a nivel nacional, lo que ha incrementado la necesidad de contar con infraestructura de transmisión que permita evacuar y distribuir de manera eficiente la energía producida hacia los nodos de interconexión existentes.

El **Proyecto** se localiza en el municipio de Campeche, en el estado de Campeche, dentro de una región que cuenta con infraestructura eléctrica previamente desarrollada y condiciones territoriales favorables para la implantación de obras de transmisión eléctrica. La definición del trazo consideró criterios técnicos y territoriales como la cercanía con líneas de transmisión en operación propiedad de la **CFE**, la conectividad regional, la accesibilidad al sitio y la compatibilidad con los usos de suelo predominantes, permitiendo una integración eficiente del **Proyecto** al Sistema Eléctrico Nacional.

Desde el punto de vista de su naturaleza, el **Proyecto** corresponde a infraestructura eléctrica del subsector transmisión, consistente en la construcción, operación y mantenimiento de dos líneas de transmisión eléctrica aérea de alta tensión (400 kV), dispuestas de manera paralela. Su función principal es transportar la energía eléctrica generada por el parque fotovoltaico "La Alegría Solar" desde el punto de salida del proyecto hasta su integración con la Red Nacional de Transmisión, mediante el entronque con líneas existentes de la **CFE**.

Las líneas de transmisión constituyen infraestructura lineal diseñada para el transporte continuo de energía eléctrica, integrada por estructuras de soporte (torres) y sus cimentaciones, conductores eléctricos, sistemas de aislamiento y sujeción, así como elementos complementarios necesarios para su operación y seguridad. La ejecución del **Proyecto** implica actividades puntuales asociadas a la instalación de torres y cimentaciones, así como actividades lineales correspondientes al tendido y tensado de conductores a lo largo del trazo de las líneas de transmisión.

Para el desarrollo de estas actividades se empleará el **DDV** como franja principal de seguridad y operación de la infraestructura eléctrica; adicionalmente, se contempla el establecimiento de plazas de tendido de carácter temporal, en sitios específicos seleccionados con base en criterios técnicos, topográficos y operativos. Estas plazas permitirán el acopio temporal de materiales, el armado de conductores y la ejecución controlada de las maniobras de tendido y tensado, sin que ello implique la ocupación permanente del terreno.

El objetivo del **Proyecto** es habilitar la interconexión efectiva del parque fotovoltaico *La Alegría Solar* con la Red Nacional de Transmisión, permitiendo la evacuación segura, continua y eficiente de la energía eléctrica generada hacia el Sistema Eléctrico Nacional, bajo criterios de confiabilidad operativa, eficiencia técnica y minimización de la intervención ambiental.

En términos generales, el **Proyecto** comprende dos líneas de transmisión aérea paralelas, cada una con un derecho de vía de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km.

La superficie total del **Proyecto** es de 29.266 ha, integrada por componentes lineales y puntuales asociados principalmente a las plazas de tendido, la ocupación de las bases de las torres y el derecho de vía. Dentro de esta superficie se identifican áreas con uso de suelo predominantemente agrícola, así como superficies con presencia de vegetación secundaria. Una fracción de dicha superficie se encuentra sujeta al procedimiento de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, la interacción del **Proyecto** con el entorno se limita a actividades periódicas de inspección, mantenimiento preventivo y correctivo, así como al manejo de vegetación estrictamente necesario para garantizar la seguridad y continuidad del servicio eléctrico, sin la generación de emisiones atmosféricas ni residuos asociados a procesos de combustión.

Desde una perspectiva funcional y estratégica, el **Proyecto** aporta los siguientes beneficios generales:

- Permite la evacuación segura y eficiente de la energía eléctrica generada por una central fotovoltaica.
- Refuerza la capacidad de transmisión regional, incrementando la confiabilidad del sistema eléctrico.
- Favorece la incorporación de energías limpias al Sistema Eléctrico Nacional, con efectos positivos indirectos en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Presenta una ocupación territorial acotada, al tratarse de infraestructura lineal con intervención puntual en los sitios de instalación de estructuras.
- Limita su interacción ambiental durante la operación a actividades de inspección, mantenimiento y manejo de vegetación bajo criterios de seguridad eléctrica.

En conjunto, el **Proyecto** responde a criterios técnicos y ambientales orientados a optimizar la factibilidad constructiva y operativa, así como a minimizar la intervención innecesaria sobre el entorno, aspectos que se desarrollan con mayor detalle en los apartados específicos del presente **DTU-BR**.

II.1.1. Naturaleza del Proyecto.

El **Proyecto** es de naturaleza eléctrica y corresponde a infraestructura del subsector de transmisión de energía eléctrica, consistente en un conjunto de obras y actividades destinadas a la construcción, operación y mantenimiento de dos líneas de transmisión aérea de alta tensión (400 kV), dispuestas de manera paralela. El **Proyecto** forma parte de la infraestructura asociada al desarrollo de generación eléctrica a partir de fuentes renovables y tiene como finalidad habilitar la interconexión y evacuación de la energía eléctrica generada por el parque fotovoltaico "La Alegría Solar" hacia la Red Nacional de Transmisión, mediante su entronque con líneas existentes operadas por la empresa pública responsable del servicio de transmisión.

Desde el punto de vista sectorial, el **Proyecto** se inscribe en el sector energético, específicamente en el subsector de transmisión de energía eléctrica, conforme a la clasificación de actividades económicas vigente en materia de infraestructura energética y de acuerdo con los instrumentos de planeación del sistema eléctrico nacional.

Las líneas de transmisión aérea constituyen infraestructura lineal diseñada para el transporte continuo de energía eléctrica, integrada por estructuras de soporte (torres) y sus cimentaciones, conductores eléctricos, sistemas de aislamiento y sujeción, así como elementos complementarios para su operación, protección y seguridad. La ejecución del **Proyecto** implica tanto actividades

puntuales, asociadas a la instalación de cimentaciones y torres, como actividades lineales, correspondientes al tendido y tensado de conductores a lo largo del trazo del **Proyecto**.

Desde una perspectiva funcional y operativa, la naturaleza del **Proyecto** responde a la necesidad de habilitar la interconexión efectiva de generación eléctrica de origen renovable, permitiendo que la energía producida sea transportada hacia la red existente bajo condiciones de seguridad, continuidad y confiabilidad. En este sentido, la infraestructura proyectada presenta las siguientes ventajas técnicas y operativas, directamente asociadas a su naturaleza lineal y a su forma de implantación en el territorio:

- Intervención territorial puntual y localizada, al concentrar las obras permanentes en los sitios de instalación de torres y cimentaciones.
- Optimización del trazo para reducir la superficie sujeta a remoción de vegetación forestal, restringiendo la afectación a áreas estrictamente necesarias.
- Ausencia de procesos industriales durante la etapa de operación, al tratarse de infraestructura pasiva que no genera emisiones atmosféricas ni residuos derivados de combustión.
- Interacción ambiental limitada durante la operación, circunscrita a actividades de inspección, mantenimiento y manejo de vegetación por criterios de seguridad eléctrica.

En congruencia con la naturaleza lineal de la infraestructura proyectada, la ejecución del **Proyecto** requiere la ocupación del terreno exclusivamente para la instalación de componentes permanentes y temporales, incluyendo cimentaciones de torres, áreas de ocupación de las estructuras, plazas de tendido y áreas de trabajo asociadas a las actividades constructivas. La superficie total del **Proyecto** es de 29.266 ha.

El trazo del **Proyecto** atraviesa terrenos con usos actuales predominantemente agrícolas, así como áreas con presencia de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia. En este contexto, se identifica que una superficie aproximada de 13.021 ha corresponde a terrenos forestales que requieren la aplicación del procedimiento de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**), derivado de la remoción puntual de la cobertura vegetal estrictamente necesaria para la instalación de componentes del **Proyecto**.

La modificación de la cubierta vegetal se justifica por la necesidad técnica de implantar infraestructura de transmisión eléctrica indispensable para la integración de generación renovable al sistema eléctrico, limitándose a las áreas indispensables para la seguridad estructural y operativa de las líneas. La definición del trazo y de las áreas de intervención consideró criterios técnicos, ambientales y territoriales orientados a minimizar la afectación al entorno, evitar intervenciones extensivas y mantener el carácter lineal del **Proyecto**, aspectos que se desarrollan con mayor detalle en los Capítulos subsecuentes del **DTU-BR**.

II.1.2. Objetivo del Proyecto.

El **Proyecto** tiene como objetivo principal habilitar la interconexión y evacuación de la energía eléctrica generada por el parque fotovoltaico "La Alegría Solar" hacia el **SEN**, mediante la construcción, operación y mantenimiento de dos líneas de transmisión eléctrica aérea de alta tensión (400 kV), dispuestas de manera paralela, que permitan el transporte seguro, continuo y técnicamente confiable de dicha energía hasta su entronque con líneas existentes de la red de transmisión.

La necesidad de desarrollar el Proyecto deriva de la obligación técnica de contar con infraestructura de transmisión adecuada para integrar nueva capacidad de generación eléctrica de origen renovable al SEN, evitando que la energía producida quede limitada o subutilizada por falta de capacidad de evacuación. En este sentido, la ausencia de líneas de transmisión asociadas impediría la incorporación efectiva de la energía generada, independientemente de la viabilidad del proyecto de generación.

De manera complementaria, el **Proyecto** tiene como objetivo asegurar que la infraestructura de transmisión requerida se implante bajo criterios de compatibilidad ambiental, considerando desde su etapa de planeación la selección de trazos técnicamente viables y ambientalmente adecuados, el uso de infraestructura aérea y la ocupación territorial acotada propia de obras lineales, con el fin de minimizar la intervención sobre el entorno y reducir la afectación a la cubierta vegetal y al uso actual del suelo.

Asimismo, el **Proyecto** busca concentrar las afectaciones ambientales en superficies estrictamente necesarias para la instalación de componentes permanentes y temporales, tales como cimentaciones de torres, áreas de ocupación de estructuras y plazas de tendido, evitando modificaciones extensivas del terreno y manteniendo la continuidad de los usos productivos predominantes fuera de dichas áreas.

En este contexto, los objetivos específicos del **Proyecto** se orientan a:

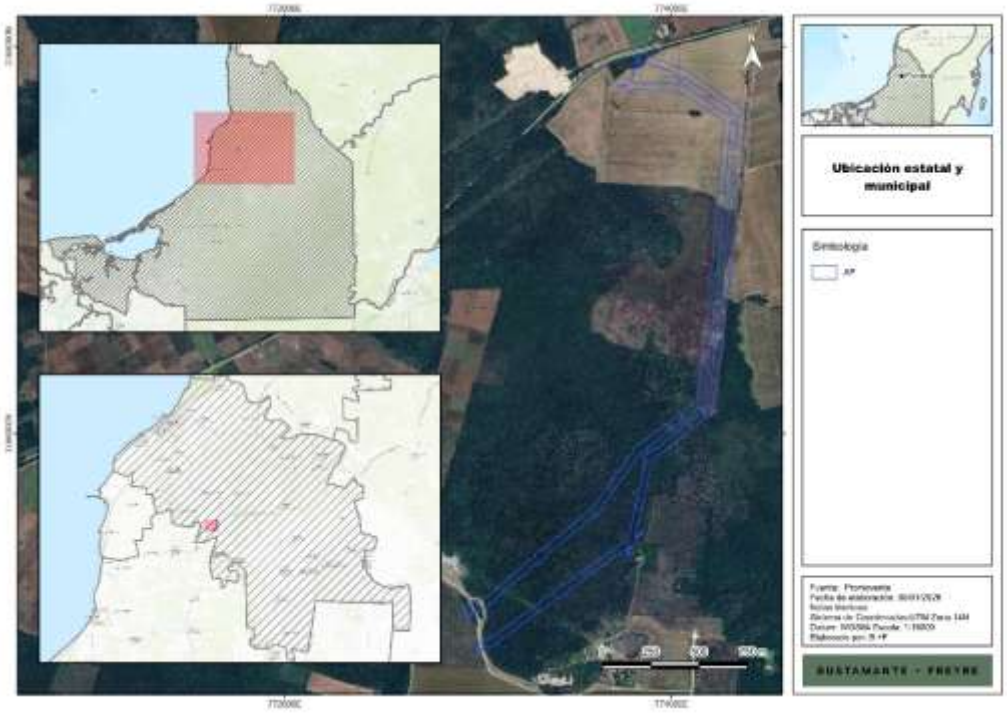
- Garantizar la evacuación de energía eléctrica generada a partir de una fuente renovable mediante infraestructura de transmisión técnicamente adecuada.
- Asegurar que el diseño, trazo y ejecución de las líneas de transmisión se realicen con una intervención ambiental acotada y controlada, acorde con su carácter lineal.
- Minimizar la remoción de vegetación y la modificación del uso del suelo, limitando las afectaciones a las áreas indispensables para la seguridad estructural y operativa de la infraestructura.
- Desarrollar el **Proyecto** bajo criterios de prevención y mitigación ambiental, que permitan una adecuada gestión de los impactos asociados a las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.
- Mantener la compatibilidad del **Proyecto** con los instrumentos de planeación ambiental y territorial aplicables, así como con la normatividad vigente en materia ambiental.

En conjunto, el objetivo del **Proyecto** se centra en posibilitar la integración ordenada de generación eléctrica renovable al sistema de transmisión, mediante una obra de infraestructura lineal diseñada y ejecutada bajo criterios técnicos y ambientales que aseguren su viabilidad operativa sin comprometer la integridad ambiental del área donde se emplaza.

II.1.3. Ubicación física

El **Proyecto** se localiza en el municipio de Campeche, en el estado de Campeche, y consiste en dos líneas de transmisión eléctricas aéreas que corren de manera paralela para la evacuación de energía hacia el **SEN**, como se observa en la siguiente Figura:

Figura II. 1. **Ubicación del Proyecto.**



Colindancias

El **Proyecto** se desarrolla dentro de un entorno rural con predominio de predios de propiedad privada. En el área inmediata del trazo se identifican colindancias y/o relación espacial con los siguientes predios:

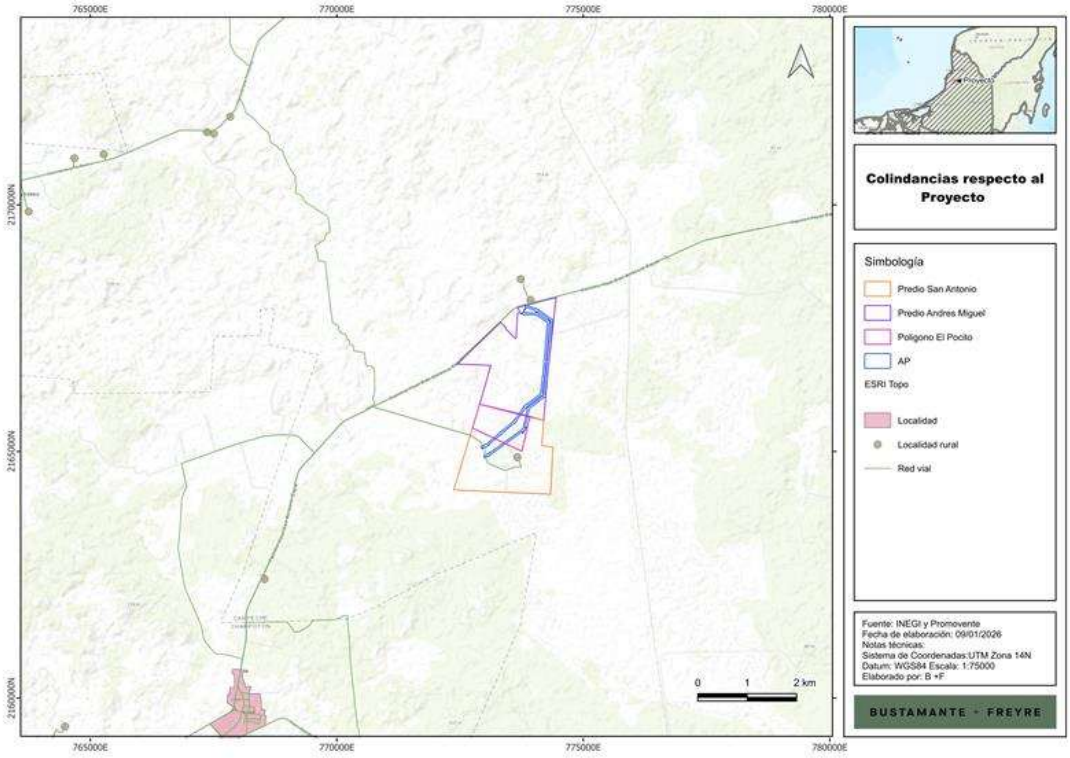
- Predio San Antonio
- Polígono El Pocito
- Predio Ándres MIguel

Es importante mencionar, que como lo exige este estudio, el **Promovente** es legal poseedor de las fracciones de los 03 predios sobre los que se llevará a cabo el **Proyecto,** toda vez que suscribió los siguientes Contratos de Arrendamiento:

- Con Juan Antonio Ivich Zamorano, con fecha 09 de enero de 2026, el cual se encuentra protocolizado en el instrumento público número 10044/2026, Volumen 751, otorgada ante la fe de la Lic. María de las Mercedes Espínola Toraya, notario público número 44 del Estado de Campeche, respecto al predio rústico denominado "El Pocito", mismo que cuenta con una superficie de *65-05-12.495* ha, de la cual se arrienda una superficie de 5-36-66.89 has.
- Con Sunwood, Sociedad Anónima Promotora de Inversión de Capital Variable como arrendadora representada por Juan Antonio Ivich Zamorano y Gina Elisa Ostler Pujol, actuando por su propio derecho como propietaria del Inmueble y cesionaria, con fecha 09 de enero de 2026, el cual se encuentra protocolizado en el instrumento público número 10045/2026, Volumen 751, otorgada ante la fe de la Lic. María de las Mercedes Espínola Toraya, notario público número 44 del Estado de Campeche, respecto al predio rústico denominado "San Antonio", mismo que cuenta con una superficie de *207-29-84.75* ha, de la cual se arriendan 2-66-92.80 has.
- Con Luisa Cristina Ortega Victoria y Miguel Andrés Ortega Victoria, con fecha 29 de diciembre de 2025, el cual se encuentra protocolizado en el instrumento público número 10000/225, Volumen 750, otorgada ante la fe de la Lic. María de las Mercedes Espínola Toraya, notario público número 44 del Estado de Campeche, respecto al predio rústico denominado "Andrés Miguel", mismo que cuenta con una superficie de *224-77-15* ha, de las cuáles se arriendan 20-42-85.48 has.

Asimismo, en la zona se observa la presencia de red vial y de localidades (incluyendo localidades rurales) cercanas al trazo, las cuales constituyen referencias territoriales relevantes para la identificación del sitio y para la logística de construcción y mantenimiento. La localización y configuración del **Proyecto** respecto a dichas colindancias y elementos del entorno se presentan en la siguiente figura:

Figura II. 2. Colindancias respecto al Proyecto.



Vías de acceso

El **Proyecto** cuenta con accesibilidad mediante vialidades existentes, aprovechando la infraestructura de comunicación representada en la red vial regional. De acuerdo con el plano "Vías de acceso al Proyecto", los accesos hacia distintos puntos del trazo se realizan mediante caminos y brechas existentes que permiten el ingreso de personal, maquinaria y materiales a los frentes de obra, sin que ello implique, de forma inicial, la apertura de nuevos caminos permanentes.

Durante la etapa de construcción, los accesos podrán habilitarse y/o acondicionarse de manera temporal en tramos puntuales, conforme a los requerimientos de montaje de estructuras, tendido de conductor y maniobras asociadas, procurando en todo momento utilizar las rutas ya establecidas para minimizar intervenciones adicionales.

Figura II. 3. Vías de acceso al Proyecto.



Coordenadas

Las coordenadas que delimitan el trazo del **Proyecto** se reportan en formato UTM Zona 14N, Datum WGS84, siendo las siguientes para las dos Líneas de Transmisión:

Tabla II. 1. Coordenadas del polígono del Proyecto.

Línea de Transmisión ubicada al este

Vértice	X	Y
0	773021.327	2164879.998
1	773019.894	2164884.037
2	773023.983	2164887.542
3	773031.256	2164893.774
4	772993.844	2164882.43
5	772983.319	2164916.529
6	773038.117	2164933.879
7	773037.051	2164936.006
8	773081.75	2164958.411

Vértice	X	Y
9	773083.055	2164955.808
10	773399.6	2165183.858
11	773395.505	2165189.547
12	773436.084	2165218.758
13	773440.174	2165213.077
14	773765.593	2165447.334
15	773781.985	2165472.436
16	773867.498	2165861.044
17	773854.695	2165870.79

Vértice	X	Y
18	773884.977	2165910.576
19	773895.228	2165902.774
20	774191.258	2166135.189
21	774193.775	2166157.367
22	774194.585	2166164.503
23	774226.207	2166443.201
24	774225.314	2166443.286
25	774230.05	2166493.062
26	774231.845	2166492.891
27	774265.49	2166789.408
28	774258.976	2166790.028
29	774263.711	2166839.804
30	774270.532	2166839.155
31	774299.271	2167161.491
32	774298.745	2167161.541
33	774303.48	2167211.317
34	774303.711	2167211.295
35	774342.922	2167651.069
36	774074.903	2167837.945
37	774069.443	2167825.907
38	774023.907	2167846.557
39	774030.177	2167860.383
40	773859.478	2167918.786
41	773856.914	2167913.446
42	773844.566	2167919.374
43	773840.908	2167921.13
44	773822.699	2167929.873
45	773828.455	2167941.864
46	773810.384	2167950.433
47	773816.811	2167963.986
48	773829.512	2167957.964
49	773869.362	2167968.66
50	773878.555	2167958.52
51	773875.168	2167951.466
52	774071.248	2167884.38

Vértice	X	Y
53	774089.26	2167871.821
54	774090.093	2167871.443
55	774090.023	2167871.289
56	774354.353	2167686.986
57	774354.441	2167687.086
58	774360.061	2167683.006
59	774380.634	2167668.661
60	774339.55	2167207.885
61	774346.582	2167207.216
62	774343.898	2167182.145
63	774341.259	2167157.496
64	774335.109	2167158.081
65	774306.371	2166835.745
66	774306.813	2166835.703
67	774304.14	2166810.734
68	774304.139	2166810.72
69	774304.133	2166810.666
70	774301.735	2166785.96
71	774301.334	2166785.998
72	774267.689	2166489.48
73	774272.905	2166488.984
74	774270.486	2166464.067
75	774268.074	2166439.218
76	774262.051	2166439.791
77	774228.419	2166143.385
78	774238.789	2166137.552
79	774236.144	2166110.31
80	774214.199	2166094.017
81	774204.245	2166099.616
82	773924.576	2165880.046
83	773902.02	2165850.411
84	773817.151	2165464.734
85	773842.134	2165482.718
86	773838.921	2165487.182
87	773855.152	2165498.866

Vértice	X	Y
88	773863.916	2165486.692
89	773847.684	2165475.008
90	773844.471	2165479.472
91	773818.151	2165460.525
92	773829.208	2165453.305
93	773801.871	2165411.44
94	773790.653	2165418.765
95	773782.591	2165382.13
96	773787.963	2165380.948
97	773783.664	2165361.415
98	773769.015	2165364.639
99	773773.313	2165384.172
100	773778.685	2165382.99
101	773786.375	2165417.936
102	773461.206	2165183.86

Vértice	X	Y
103	773465.295	2165178.179
104	773424.716	2165148.968
105	773420.626	2165154.649
106	773127.558	2164943.687
107	773130.167	2164936.036
108	773111.237	2164929.581
109	773110.592	2164931.474
110	773099.319	2164923.36
111	773104.155	2164913.712
112	773059.456	2164891.307
113	773054.662	2164900.871
114	773040.769	2164896.659
115	773025.078	2164883.212
116	773021.327	2164879.998

Línea de Transmisión ubicada al Oeste

Vértice	X	Y
0	774194.585	2166164.5
1	774193.775	2166157.37
2	774170.741	2166120.45
3	774148.706	2166134.19
4	773867.341	2165918.98
5	773869.907	2165916.39
6	773834.406	2165881.18
7	773832.343	2165883.26
8	773637.829	2165615.45
9	773644.501	2165609.85
10	773612.357	2165571.55
11	773603.842	2165578.7
12	773357.742	2165371.99
13	773362.244	2165366.63
14	773323.958	2165334.47
15	773319.465	2165339.82

Vértice	X	Y
16	773087.711	2165144.93
17	773092.804	2165146.51
18	773097.236	2165132.18
19	773078.129	2165126.27
20	773076.504	2165131.52
21	773069.004	2165129.2
22	773056.658	2165118.82
23	773062.143	2165108.95
24	773018.441	2165084.66
25	773012.941	2165094.56
26	772996.673	2165089.61
27	772993.214	2165086.7
28	772985.395	2165080.14
29	772964.716	2165062.77
30	772968.068	2165058.41
31	772952.215	2165046.22

Vértice	X	Y
32	772943.07	2165058.11
33	772958.923	2165070.3
34	772962.275	2165065.94
35	772983.493	2165083.76
36	772986.925	2165086.65
37	772935.818	2165071.11
38	772925.05	2165105.36
39	772994.662	2165127.44
40	772994.149	2165128.36
41	773037.851	2165152.65
42	773038.836	2165150.88
43	773296.311	2165367.39
44	773291.8	2165372.76
45	773330.086	2165404.91
46	773334.588	2165399.55
47	773575.845	2165602.19
48	773574.059	2165603.69
49	773606.203	2165641.99
50	773610.186	2165638.65
51	773773.83	2165863.96
52	773765.39	2165875.68
53	773781.622	2165887.37
54	773784.835	2165882.91
55	773790.664	2165887.14
56	773806.659	2165909.16
57	773799.197	2165916.68
58	773834.699	2165951.89
59	773841.781	2165944.75
60	773860.186	2165958.83
61	773857.257	2165960.96
62	773869.01	2165977.14
63	773876.762	2165971.51
64	774133.043	2166167.54
65	774167.023	2166463.6
66	774169.304	2166487.58

Vértice	X	Y
67	774169.77	2166487.54
68	774205.265	2166796.81
69	774198.783	2166797.42
70	774203.518	2166847.2
71	774210.106	2166846.57
72	774238.21	2167198.74
73	774232.19	2167199.35
74	774235.01	2167242.7
75	774241.635	2167241.66
76	774271.415	2167614.82
77	774067.619	2167753.53
78	774066.631	2167751.36
79	774031.178	2167767.43
80	773810.883	2167777.05
81	773804.342	2167762.63
82	773758.806	2167783.28
83	773763.542	2167793.72
84	773760.934	2167793.72
85	773741.813	2167793.72
86	773741.577	2167788.23
87	773721.595	2167789.09
88	773722.24	2167804.08
89	773742.221	2167803.22
90	773741.985	2167797.72
91	773762.881	2167797.72
92	773765.356	2167797.72
93	773779.456	2167828.82
94	773794.864	2167821.83
95	773802.305	2167860.67
96	773797.395	2167862.99
97	773805.964	2167881.07
98	773810.906	2167878.72
99	773813.852	2167882.89
100	773840.908	2167921.13
101	773844.566	2167919.37

Vértice	X	Y
102	773818.88	2167883.07
103	773814.575	2167876.98
104	773819.517	2167874.64
105	773810.948	2167856.57
106	773806.038	2167858.9
107	773798.611	2167820.13
108	773814.881	2167812.75
109	774035.276	2167803.28
110	774041.745	2167817.54
111	774087.281	2167796.89
112	774082.709	2167786.81
113	774280.663	2167652.07
114	774302.076	2167661.75
115	774323.871	2167614.59
116	774306.905	2167607

Vértice	X	Y
117	774277.306	2167236.1
118	774284.784	2167234.94
119	774281.772	2167194.3
120	774274.033	2167195.09
121	774245.948	2166843.16
122	774253.294	2166842.46
123	774248.558	2166792.69
124	774241.109	2166793.4
125	774205.615	2166484.13
126	774219.08	2166482.85
127	774214.344	2166433.07
128	774199.913	2166434.45
129	774170.645	2166179.44
130	774194.585	2166164.5

Plaza de tendido

Vértice	X	Y
0	773016.215	2164883.17
1	773017.278	2164881.79
2	773019.717	2164878.62
3	773020.652	2164877.4
4	773023.068	2164874.26
5	773007.215	2164862.07
6	772998.07	2164873.96
7	773013.923	2164886.15
8	773016.215	2164883.17

En el **Anexo_II_1_Coordenadas,** se presentan los archivos kml del área del proyecto, así como las coordenadas correspondientes.

II.1.4. Inversión requerida.

Se testa información financiera de persona moral, misma que es confidencial con base en el artículo 115 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El **Proyecto** exige una inversión aproximada de $[redacted] considerando también la infraestructura necesaria para el proyecto fotovoltaico. Dicho monto contempla las etapas de planeación, desarrollo, construcción y puesta en operación de la infraestructura asociada a las líneas de transmisión proyectadas.

De manera referencial, se estima que aproximadamente el 10 % del monto total corresponde a actividades de desarrollo del **Proyecto** y estructuración financiera, mientras que el porcentaje restante se destina principalmente a las actividades de construcción, suministro de materiales, instalación de estructuras y montaje de la infraestructura eléctrica.

Asimismo, dentro del monto global de inversión se consideran los costos asociados a la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, los cuales representan de manera aproximada el 1.5 % de la inversión total, en congruencia con las acciones ambientales previstas para el **Proyecto**.

II.2. Características particulares del Proyecto.

El **Proyecto** consiste en la construcción, operación y mantenimiento de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, de 400 kV, dispuestas en dos trazos paralelos, cuyo objetivo es interconectar el parque fotovoltaico "La Alegría Solar" con el **SEN**, mediante la apertura de las líneas de transmisión existentes ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30, propiedad de la **CFE**.

El alcance del **Proyecto** se limita exclusivamente a las dos líneas de transmisión, incluyendo los elementos necesarios para su instalación y funcionamiento, tales como estructuras de soporte, conductores, cimentaciones, derecho de vía y obras auxiliares asociadas.

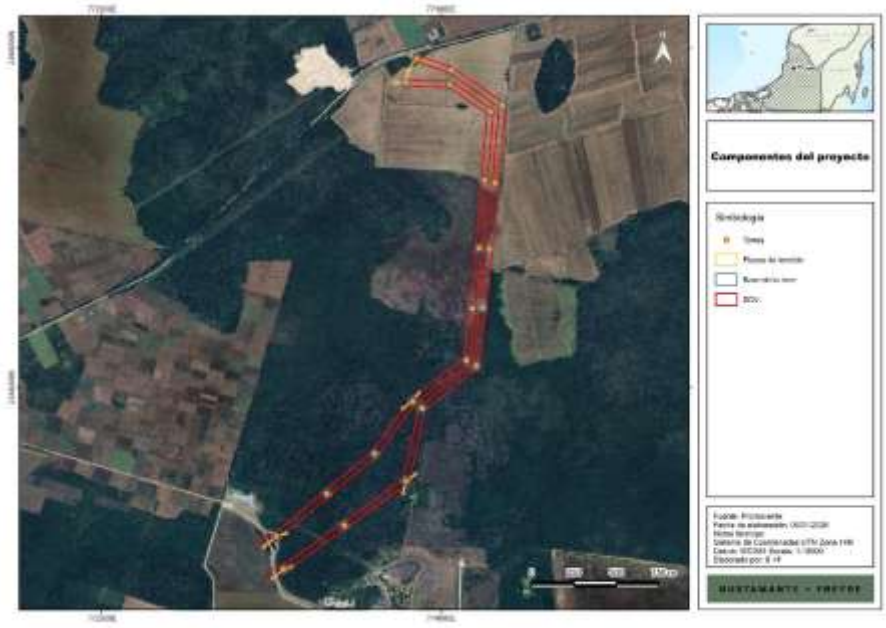
Las líneas de transmisión se desarrollan de manera paralela dentro de un mismo corredor general y se identifican conforme a su ubicación relativa como: línea ubicada al este, con una longitud aproximada de 3.86 km, y línea ubicada al oeste, con una longitud aproximada de 3.558 km. Ambas líneas operarán a una tensión nominal de 400 kV y contarán con un derecho de vía de 36 m de ancho, necesario para garantizar condiciones de seguridad eléctrica, operación y mantenimiento.

El **Proyecto** corresponde a infraestructura aérea, por lo que la ocupación del terreno se concentra principalmente en elementos puntuales, asociados al desplante de estructuras y sus cimentaciones, así como en el corredor del derecho de vía. Durante la etapa de construcción se realizarán actividades típicas de líneas de transmisión, tales como preparación de sitios para estructuras, ejecución de cimentaciones, montaje de estructuras, tendido y tensado de conductores, así como pruebas previas a su puesta en operación.

En la etapa de operación, las actividades se limitarán a labores de inspección y mantenimiento, necesarias para asegurar la continuidad y seguridad del servicio eléctrico, sin implicar modificaciones adicionales al trazo ni a las dimensiones originalmente proyectadas.

En la Figura siguiente se muestra el trazo general del **Proyecto**;

Figura II. 4. Trazo general de la Línea de Transmisión Norte La Alegría Solar



A. Dimensiones del Proyecto.

El **Proyecto** corresponde exclusivamente a la construcción y operación de dos Líneas de Transmisión eléctricas, desarrolladas de forma aérea. Dada su naturaleza lineal, el **Proyecto** no implica una ocupación continua del territorio, sino una afectación puntual y longitudinal, concentrada en áreas específicas asociadas al trazo de las líneas y a sus elementos estructurales.

La delimitación espacial del **Proyecto** se integra por componentes con ocupación temporal y permanente, cuya suma define la superficie total inicialmente considerada. No obstante, dentro de dicha superficie se identifican áreas con superposición espacial entre componentes, por lo que resulta necesario distinguir entre la superficie delimitada y la superficie efectiva del **Proyecto**.

La superficie total delimitada es de 32.991 ha; sin embargo, se identificó una superficie sobrepuesta de 3.725 ha, correspondiente a la coincidencia espacial entre la ocupación de torres y el área del **DDV**. Al descontar dicha superposición, la superficie efectiva del **Proyecto** asciende a **29.266 ha**, la cual constituye la base para los análisis ambientales posteriores.

La distribución de superficies por componente y tipo de ocupación se presenta en la siguiente tabla.

Tabla II. 2. Superficies del Proyecto

Componente	Tipo de ocupación	Área (ha)
Plazas de tendido	Temporal	0.482
Bases de torres	Permanente	5.118
Área del DDV	Permanente	27.391
Superficie total delimitada	—	32.991
Superficie sobrepuesta	—	3.725
Superficie del Proyecto	**—**	**29.266**

En el **Anexo_II_2_Componentes** se presentan las coordenadas de cada componente**.**

B. Uso de suelo y vegetación.

El análisis del uso de suelo y la vegetación presente en el área del **Proyecto** se realizó con base en la verificación directa en campo, lo que permitió identificar de manera precisa las coberturas reales existentes a lo largo del trazo de las Líneas de Transmisión y en las áreas asociadas a sus componentes.

Derivado de los recorridos de campo, se constató que el área del **Proyecto** se desarrolla predominantemente sobre terrenos con uso agropecuario activo, así como sobre vegetación secundaria, sin presencia de ecosistemas primarios o coberturas forestales conservadas. Esta condición refleja un paisaje previamente transformado por actividades antrópicas, lo cual resulta relevante para la evaluación ambiental del **Proyecto**, mismo que se profundiza en el Capítulo IV.

La distribución de superficies por tipo de uso de suelo y vegetación, conforme a la verificación en campo, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla II. 3. Superficie tipo de uso de suelo y vegetación.

Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (has)
Maíz	8.248
Sorgo	7.997
Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	13.021
Total	29.266

En términos generales, más del 55% de la superficie del **Proyecto** corresponde a terrenos agrícolas (maíz y sorgo), lo que evidencia un uso productivo previo del suelo y una baja sensibilidad ambiental relativa. Por su parte, la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia representa aproximadamente el 44% de la superficie, presentándose en distintos estadios de regeneración y asociada a procesos de abandono o manejo previo del terreno.

Asimismo, a continuación se presenta la relación de superficies de uso de suelo por componente:

Tabla II. 4 Relación de superficies de uso de suelo por componente

Componente	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)
Plaza de tendido	Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	0.244
	Maíz	0.135
Base Torres	Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	0.529
	Sorgo	0.387
	Maíz	0.58
Área DDV	Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	12.248
	Sorgo	7.61
	Maíz	7.533
Total		29.266

Figura II. 5. Uso de suelo y vegetación del Proyecto



C. Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

La determinación de la superficie sujeta al procedimiento de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales se realizó con base en la verificación directa en campo, considerando exclusivamente las áreas donde existe vegetación forestal conforme a la definición establecida en la normatividad aplicable.

Derivado de los recorridos de campo y del análisis espacial del trazo de las Líneas de Transmisión y sus componentes asociados, se identificó que la única cobertura que clasifica como terreno forestal corresponde a la vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia.

De acuerdo con la información obtenida en campo, la superficie total del **Proyecto** es de 29.266 ha. De dicha superficie, únicamente 13.021 ha corresponden a vegetación forestal susceptible de ser considerada dentro del procedimiento de **CUSTF**.

La distribución de superficies en relación con el **CUSTF** se presenta a continuación.

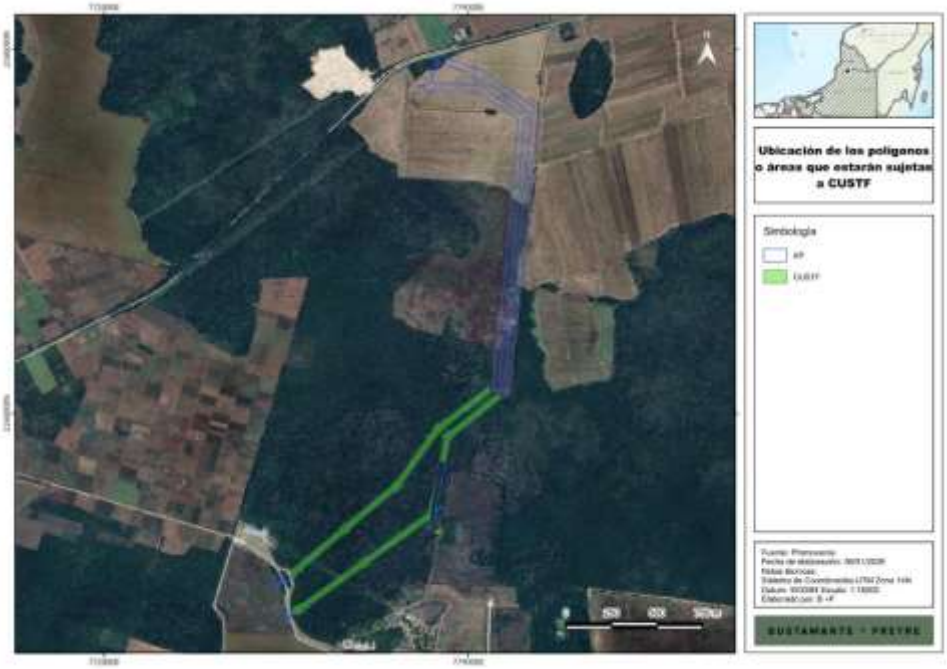
Tabla II. 5. Superficie del Proyecto sujeta a CUSTF.

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Consideración CUSTF
Maíz	8.248	No aplica
Sorgo	7.997	No aplica
Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	13.021	Aplica CUSTF
Total del Proyecto	29.266	

Es importante destacar que la afectación a la vegetación forestal se limita exclusivamente a las áreas donde se emplazarán los componentes del **Proyecto** que requieren remoción directa de vegetación, tales como la ocupación puntual de torres, plazas de tendido y derecho de vía, evitando afectaciones adicionales fuera de dichas áreas.

Asimismo, el diseño del **Proyecto** prioriza una infraestructura lineal y puntual, lo que permite reducir la fragmentación del entorno y mantener áreas intermedias con continuidad de cobertura vegetal, particularmente dentro del derecho de vía, donde la remoción se restringe a la altura y densidad necesaria para garantizar la seguridad y operación de las Líneas de Transmisión.

Figura II. 6. Áreas sujetas a CUSTF en el polígono del proyecto



En el **Anexo II.3.** Se presentan las coordenadas de las áreas sujetas a **CUSTF.**

D. Componentes del Proyecto

El **Proyecto** consisten en dos circuitos aéreos que corren de manera paralela, ambos con un nivel de tensión de 400 kV y un **DDV** de 36 m cada uno. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km.

El **Proyecto** se localiza dentro del municipio de Campeche, estado de Campeche, y comprende exclusivamente la infraestructura asociada a las líneas aéreas de transmisión, incluyendo la ocupación de torres, plazas de tendido y áreas técnicas necesarias para su construcción y operación, sin considerar subestaciones eléctricas ni otro tipo de infraestructura asociada.

La superficie efectiva del Proyecto es de 29.266 ha.

Es así que tendrá las siguientes características:

Tabla II. 6. Características generales de las Líneas de Transmisión.

Parámetro	Valor
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	60 Hz
Tensión nominal	400 kV

Parámetro	Valor
Tensión más elevada de la red	420 kV
Potencia requerida	300 MW
Categoría	Especial
Número de circuitos	1(400 kV) 1(230 kV futuro)
Número de conductores por fase	2
Tipo de conductor aéreo	BLUEJAY AW
No. de cables de tierra	2
Tipo de cable compuesto tierra-fibra óptica	OPGW 48 / 7No 8 Alumoweld
Potencia máxima de transporte (invierno)	2 027.1 MVA
Potencia máxima de transporte (verano)	1 379.1 MVA
Corriente máxima por conductor (invierno)	1,463.0 A
Corriente máxima por conductor (verano)	1,031.8 A
Número de torres	22 (11 por cada Línea)
Zona de aplicación	Zona A
Tipo de aislamiento	Cadenas de aisladores de vidrio
Torres	Estructura metálica
Cimentaciones	Pila
Puesta a tierra	Electrodos metálicos enterrados

En este apartado se describen los principales componentes estructurales y eléctricos que conforman cada una de las Líneas de Transmisión.

D.1. Torres o estructuras de soporte.

Las torres o estructuras de soporte constituyen los elementos metálicos encargados de sostener los conductores eléctricos, cables de guarda y demás componentes de la línea de transmisión, garantizando las distancias eléctricas y mecánicas de seguridad.

De acuerdo con la ingeniería del **Proyecto**, se prevé la instalación de estructuras tipo celosía metálica, conforme a los parámetros que se muestran a continuación:

Tabla II. 7. Tipos de torres o estructuras de soporte.

Nomenclatura	Uso	Tipo
4A23-JB-CB-01	0° / 550 m / 750 m	Suspensión
4X23-JD-DB-01	30° / 550 m / 800 m	Deflexión
4Y23-JE-CB-01	60° / 550 m / 1500 m25° / 300 m / 700 m	Remate

Además de estos tipos principales, de acuerdo con el trazado y la preselección de estructuras realizada con información secundaria, se requerirán las siguientes estructuras adicionales:

Tabla II. 8. Estructuras adicionales.

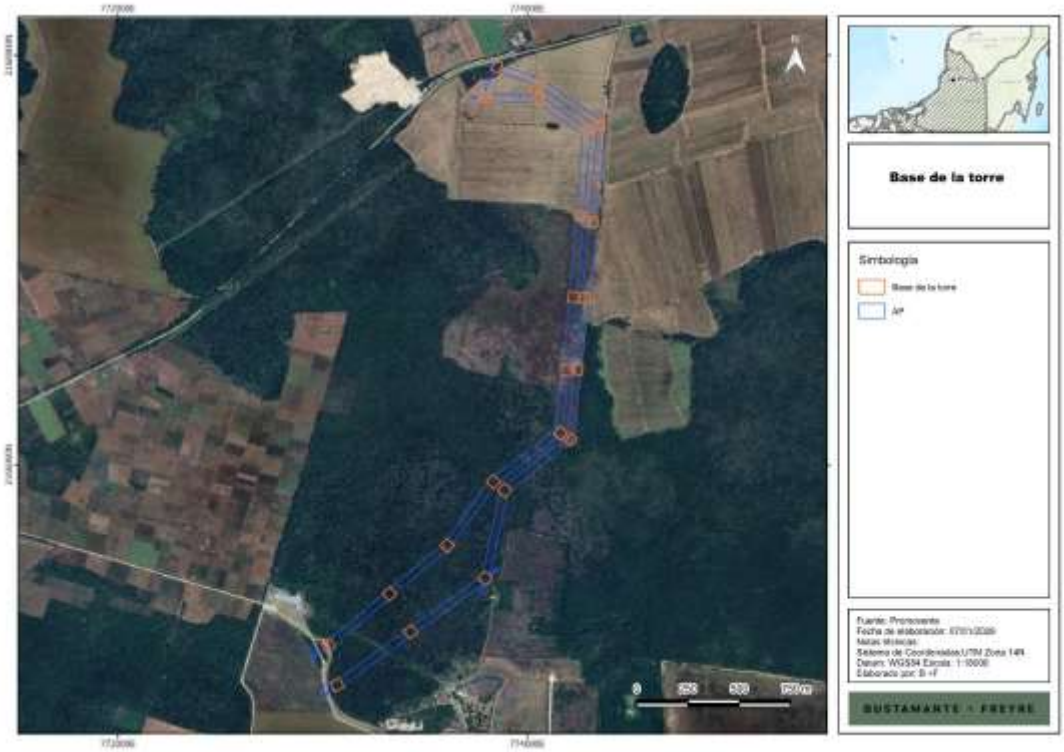
Uso	Tipo
Estructura de altura libre aproximada de 55 m desde el terreno a fase inferior	Suspensión alta
Estructuras tipo portal, fases en disposición horizontal	Suspensión compacta
Estructura de deflexión fuerte, hasta 85° de deflexión	Deflexión fuerte

Estas estructuras se diseñarán conforme a las especificaciones estructurales y cargas normativas de la **CFE**, asegurando estabilidad mecánica, resistencia al viento y cumplimiento de las distancias de seguridad requeridas para líneas de transmisión de 400 kV.

Las estructuras de soporte presentan una altura aproximada de 55 m y un área de ocupación de 25 × 25 m por torre. Se emplearán estructuras normalizadas de la **CFE**, conforme a los tipos suspensión, deflexión y remate, las cuales podrán ajustarse en casos particulares a condiciones topográficas o eléctricas del sitio.

En la siguiente Figura se observa la ubicación de la torres:

Figura II. 7. Ubicación de torres.



Asimismo, las torres presentan las siguientes distancias entre sí:

Tabla II. 9. Distancia entre torres

	Línea de Transmisión Este (m)	Línea de Transmisión Oeste (m)
1-2	390.109	443.093

	Línea de Transmisión Este (m)	Línea de Transmisión Oeste (m)
2-3	368.42	448.523
3-4	382.101	438.991
4-5	397.771	405.729
5-6	305.899	344.988
6-7	360.152	345.921
7-8	400.678	391.794
8-9	405.32	458.433
9-10	285.333	364.007
10-11	262.393	218.694

D.2. Conductores eléctricos (ACSR).

Los conductores eléctricos son los elementos encargados de transportar la energía a lo largo del tramo aéreo de cada línea de transmisión. Para el **Proyecto**, se emplearán dos subconductores por fase en cada Línea, tipo ACSR AW General Cable, con las características que se indican a continuación:

Tabla II. 10. Características del conductor.

Parámetro	Valor
Denominación	BLUEJAY AW
Tipo	ACSR AW General Cable
Composición	45 + 7
Sección	603.2 mm²
Diámetro del cable completo	31.98 mm
Masa	1,784.83 kg/km
Carga de rotura	13,033 daN
Módulo elástico	6,346.2 daN/mm²
Coeficiente de dilatación lineal	21.41 × 10^{-6} 1/°C
Resistencia eléctrica a 20°C en CC	0.0518 Ω/km

Este tipo de conductor (ACSR, Aluminium Conductor Steel Reinforced) combina aluminio y acero galvanizado para ofrecer una alta capacidad de conducción eléctrica y resistencia mecánica ante esfuerzos de tensión, viento o temperatura.

Su configuración permite mantener las distancias de seguridad y los libramientos eléctricos definidos para líneas de 400 kV, conforme a las normas aplicables de la **CFE**.

D.3. Cables de tierra

Los cables de guarda se instalan en la parte superior de las torres para proporcionar protección contra descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y garantizar la comunicación entre subestaciones mediante fibra óptica.

Para el **Proyecto**, se prevén dos cables de tierra en cada Línea de Transmisión: un cable convencional tipo 7 No. 8 Alumoweld, y un cable compuesto con fibra óptica (OPGW 48), con las especificaciones que se muestran a continuación:

Tabla II. 11. Características de los cables de tierra.

Parámetro	Cable tierra convencional	Cable OPGW 48
Tipo	Cable tierra convencional	Cable tierra compuesto con fibra óptica
Denominación	7 No. 8 Alumoweld	OPGW 48
Diámetro	9.78 mm	17 mm
Sección	58.6 mm²	180 mm²
Masa	382.07 kg/km	624 kg/km
Carga de rotura	7,086 daN	8,000 daN
Módulo elástico	15,995.8 daN/mm²	12,000 daN/mm²
Coeficiente de dilatación lineal	12.96×10^{-6} 1/°C	15×10^{-6} 1/°C
Resistencia eléctrica a 20°C en CC	1.4776 Ω/km	0.3200 Ω/km
Número de fibras ópticas	—	48

El primer cable de tierra, tipo convencional 7 No. 8 Alumoweld, proporciona protección mecánica ante descargas atmosféricas y refuerza la estabilidad del sistema. El segundo cable, tipo OPGW 48, combina funciones mecánicas y eléctricas con la transmisión de datos, al incorporar 48 fibras ópticas en su núcleo. Esta configuración permite un desempeño confiable en líneas de alta tensión (400 kV), reduciendo pérdidas eléctricas y garantizando la comunicación operativa entre subestaciones.

D.4. Aisladores

Los aisladores son elementos esenciales del sistema de soporte de la línea de transmisión, ya que mantienen el aislamiento eléctrico entre los conductores y las estructuras metálicas y transmiten los esfuerzos mecánicos generados por el peso, la tensión del cable y las condiciones ambientales (viento o temperatura).

El sistema de aislamiento estará conformado por cadenas de aisladores de vidrio templado tipo caperuza y vástago, fabricados conforme a las normas NMX-J-150/1-ANCE y NMX-J-150/2-ANCE.

En las torres de alineación se emplearán cadenas de 21 elementos de aislador tipo U-160-BLP con grapas de suspensión preformadas; mientras que en las torres de ángulo, anclaje y fin de línea se utilizarán cadenas de amarre de 22 elementos de aislador U-160-BLP con grapas de compresión.

La distancia eléctrica requerida es de 2.1 m, considerando un nivel de contaminación fuerte (III), equivalente a zonas con elevada densidad industrial o suburbios de grandes ciudades con calefacción intensa, así como regiones costeras o expuestas a vientos con contenido salino.

Tabla II. 12. Características de aisladores.

Elemento	Especificación
Tipo de aislador	Vidrio templado, caperuza y vástago
Norma aplicable	NMX-J-150/1-ANCE y NMX-J-150/2-ANCE
Configuración en torres de alineación	21 aisladores U-160-BLP con grapa de suspensión preformada
Configuración en torres de anclaje / fin de línea	22 aisladores U-160-BLP con grapa de compresión
Distancia eléctrica	2.1 m
Nivel de contaminación	Fuerte (III)

D.5. Herrajes

Los herrajes serán de hierro forjado galvanizado en caliente, protegidos contra la corrosión y fabricados conforme a la norma CFE 2C301-15, cumpliendo las características y ensayos establecidos.

Estos elementos proporcionan resistencia mecánica, estabilidad eléctrica y durabilidad del sistema de suspensión y anclaje a lo largo de la vida útil de la línea.

D.6. Cimentaciones.

Las cimentaciones constituyen el elemento estructural que proporciona soporte y estabilidad a las torres o estructuras de soporte de la línea de transmisión, transmitiendo las cargas mecánicas al terreno de forma segura.

Para el **Proyecto**, las cimentaciones se diseñan conforme a las características del tipo de torre y las condiciones del terreno, garantizando la capacidad portante requerida y la resistencia ante esfuerzos de viento, tensión y peso propio.

De acuerdo con las condiciones generales del terreno en la zona del **Proyecto**, se prevé que las cimentaciones se desarrollen en materiales de consistencia firme, adecuados para excavación convencional.

Las cimentaciones serán de hormigón en masa tipo fraccionada circular con recueva, y se aplicarán en todas las torres de la línea, manteniendo el mismo principio estructural y constructivo. Se presentarán únicamente variaciones dimensionales (profundidad y diámetro) según el tipo de torre, ya sea de suspensión, deflexión o anclaje. Asimismo, se tiene considerado una dimensión de 50 x 50 m para la base de las torres.

Tabla II. 13. Características generales de las cimentaciones.

Tipo de elemento	Descripción general
Tipo de cimentación	Pila
Material estructural	Concreto con acero de refuerzo
Elementos de anclaje	Pernos galvanizados en caliente
Método constructivo	Excavación y colado en sitio
Función principal	Transmitir cargas y esfuerzos de las torres al terreno
Durabilidad estimada	30 años bajo mantenimiento preventivo

En general, se emplearán cimentaciones de hormigón en masa tipo fraccionada circular con recueva, que proporcionan estabilidad y capacidad portante ante los esfuerzos de viento, tensión y peso propio de las estructuras.

Este tipo de cimentación se aplica en todos las torres de la línea de transmisión, manteniendo el mismo principio estructural y constructivo, con variaciones dimensionales (profundidad y diámetro) dependiendo del tipo de torre:

- Torre de suspensión: utilizada en tramos rectos de la línea, con una profundidad total aproximada de 3.3 m y diámetro inferior de 2.8 m.
- Torre de deflexión: empleada en tramos donde la línea cambia de dirección o requiere resistir mayores esfuerzos laterales, con una profundidad total aproximada de 3.6 m y diámetro inferior de 2.9 m.
- Torre de deflexión especial: con mayor capacidad estructural, con profundidad de 4.2 m y diámetro inferior de 3.2 m.

Las siguientes figuras muestran de manera esquemática los principales tipos de cimentación empleados en el **Proyecto**, los cuales representan el diseño general de las torres de la línea de transmisión:

Figura II. 8. Cimentación tipo fraccionada circular con recueva para torre de suspensión.

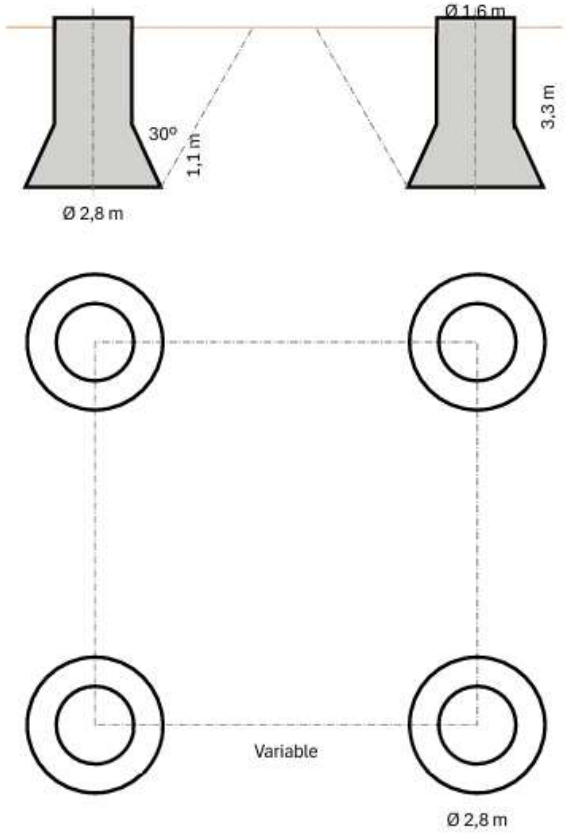
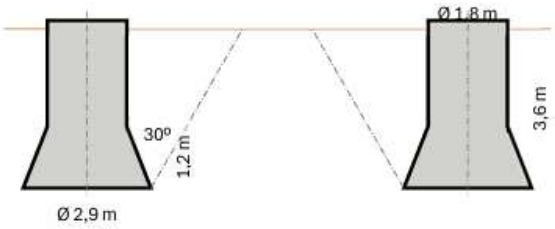


Figura II. 9. Cimentación tipo fraccionada circular con recueva para torre de deflexión.



Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

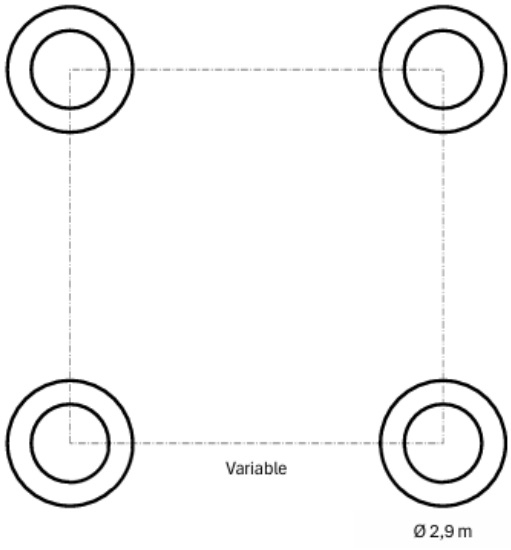
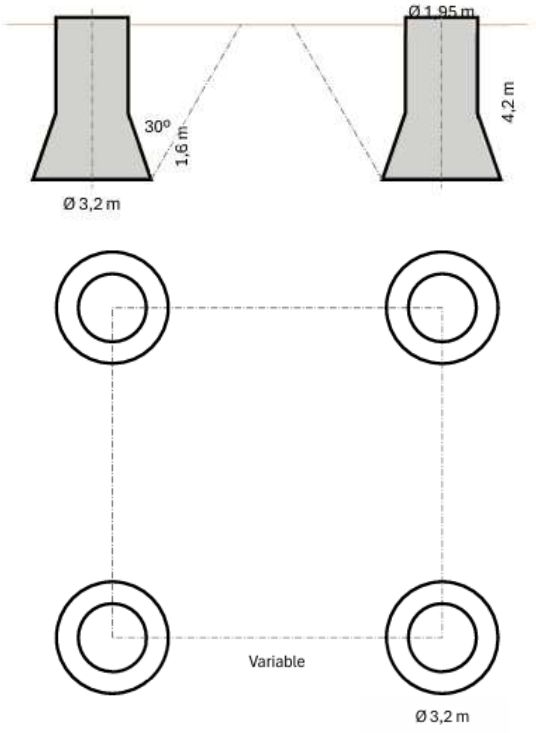


Figura II. 10. Cimentación tipo fraccionada circular con recueva para torre de deflexión especial.



Cada estructura contará con un sistema de puesta a tierra, diseñado para garantizar la conducción de corrientes de falla y la protección de las estructuras metálicas.

Para minimizar los efectos de corrosión, se utilizarán electrodos de 50 mm, de acero o acero recubierto, conforme al diseño de protección catódica.

En materia de seguridad eléctrica, se distinguen torres frecuentados y no frecuentados a fin de garantizar los valores admisibles de tensión de contacto. Dado que en las Líneas de Transmisión no se prevé la existencia de torres frecuentados, el diseño de puesta a tierra se aplicará según el criterio de torres no frecuentados, utilizando picas enterradas a 0.8 m de profundidad y separadas 1 m del borde visible de la cimentación, dispuestas perpendicularmente a la dirección de la línea.

Este diseño asegura una actuación correcta de las protecciones de falla a tierra, conforme a los parámetros establecidos por la **CFE** para líneas aéreas de 400 kV.

E. Componentes auxiliares o complementarios

E.1. Caminos.

El **Proyecto** contempla el aprovechamiento de caminos y brechas existentes para el acceso y tránsito de maquinaria, materiales y personal hacia los distintos puntos del trazo. En caso de requerirse, se podrán realizar adecuaciones menores o la habilitación de accesos provisionales, sin generar nuevas vialidades permanentes ni modificar significativamente el terreno natural.

Los caminos se ubicarán preferentemente dentro del derecho de vía y serán diseñados para garantizar la estabilidad del terreno y el adecuado drenaje superficial. Contarán con un ancho mínimo de 3 metros de corona, con cunetas laterales cuando sea necesario, priorizando el uso de materiales locales y métodos que minimicen la alteración del entorno físico y ecológico.

Las rutas y accesos quedarán señalizados para delimitar los puntos de entrada y salida hacia las torres, procurando concentrar el tránsito en rutas comunes y evitar la compactación innecesaria del suelo.

E.2. Plazas de tendido.

Se consideran espacios temporales para ejecutar actividades de tendido, empalme, tensado y enrollado de los cables conductores y de guarda, con dimensiones típicas de 15 m x 20 m. Su función principal es permitir el manejo seguro y controlado de los carretes de conductor y de la maquinaria de tendido, ocupan una superficie de 0.482 ha.

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Figura II. 11. Plazas de tendido



Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

II.2.1. Programa de trabajo

A continuación, se presenta el programa de trabajo del **Proyecto** de conformidad a las etapas que lo conforman.

- Preparación del sitio y construcción: 2 años
- Operación y mantenimiento: 40 años
- Desmantelamiento y cierre: 1 año.

Tabla II. 14. Programa de trabajo del Proyecto.

Descripción	Años																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	[…]	40	41	42	43
Preparación del sitio																															
Limpieza y despalme																															
Trazo y nivelación																															
Excavaciones, compactaciones y/o movimientos de tierra																															
Cortes y rellenos																															
Construcción																															
Línea de Transmisión																															
Obra civil																															
Obra electromecánica																															
Operación y mantenimiento																															
Operación																															
Mantenimiento																															
Desmantelamiento y cierre																															
Desmontaje de instalaciones																															
Restauración del terreno																															

II.2.2. Representación gráfica regional.

De acuerdo con la representación cartográfica regional, el **Proyecto** se localiza en el estado de Campeche, dentro del municipio de Campeche, en la porción centro-occidental de la entidad. El trazo de las líneas de transmisión se desarrolla en un entorno predominantemente rural, caracterizado por extensiones agrícolas, áreas de vegetación secundaria y zonas previamente intervenidas por actividades productivas.

Desde el punto de vista hidrológico, el **Proyecto** se ubica dentro de la Región Hidrológica Yucatán Oeste, conforme a la regionalización hidrológica oficial. A una escala más detallada, el área del **Proyecto** se inserta dentro de la cuenca Lago Cha-Cha, la cual forma parte de un sistema de escurrimientos superficiales de carácter intermitente, típico de la planicie campechana. Estas condiciones reflejan un régimen hidrológico dominado por escurrimientos estacionales y baja pendiente regional.

En cuanto a su conectividad territorial, el área donde se emplaza el **Proyecto** cuenta con acceso mediante una red de caminos rurales y vialidades secundarias que permiten la comunicación con localidades cercanas y con la cabecera municipal de Campeche. Asimismo, la cercanía a vialidades regionales facilita la logística para las actividades asociadas a las etapas de construcción, operación y mantenimiento de las líneas de transmisión.

La ubicación del municipio de Campeche, en un corredor regional con conexión hacia otras zonas del estado y del sureste del país, proporciona un contexto territorial favorable para el desarrollo de infraestructura eléctrica lineal, al permitir la integración del **Proyecto** con la infraestructura existente y los sistemas de transporte regional.

En las figuras siguientes se presenta la ubicación regional del **Proyecto**, indicando su posición dentro del estado y municipio, así como su relación con la región hidrológica, la cuenca correspondiente y la red de vías de comunicación relevantes.

Figura II. 12. Representación gráfica regional.



Figura II. 13 Región Hidrológica que incide en el Proyecto

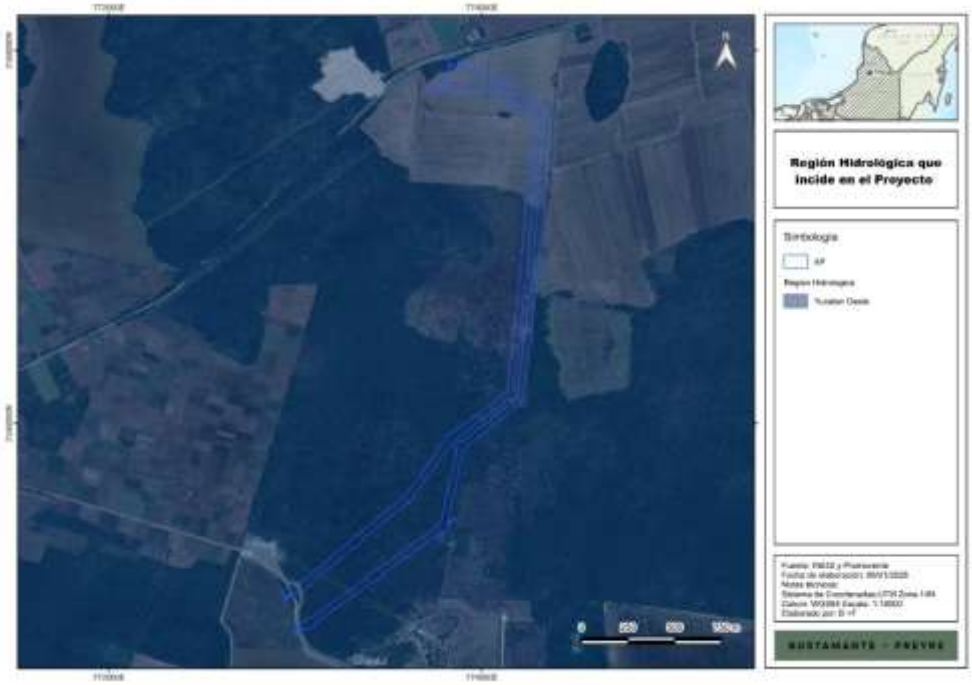
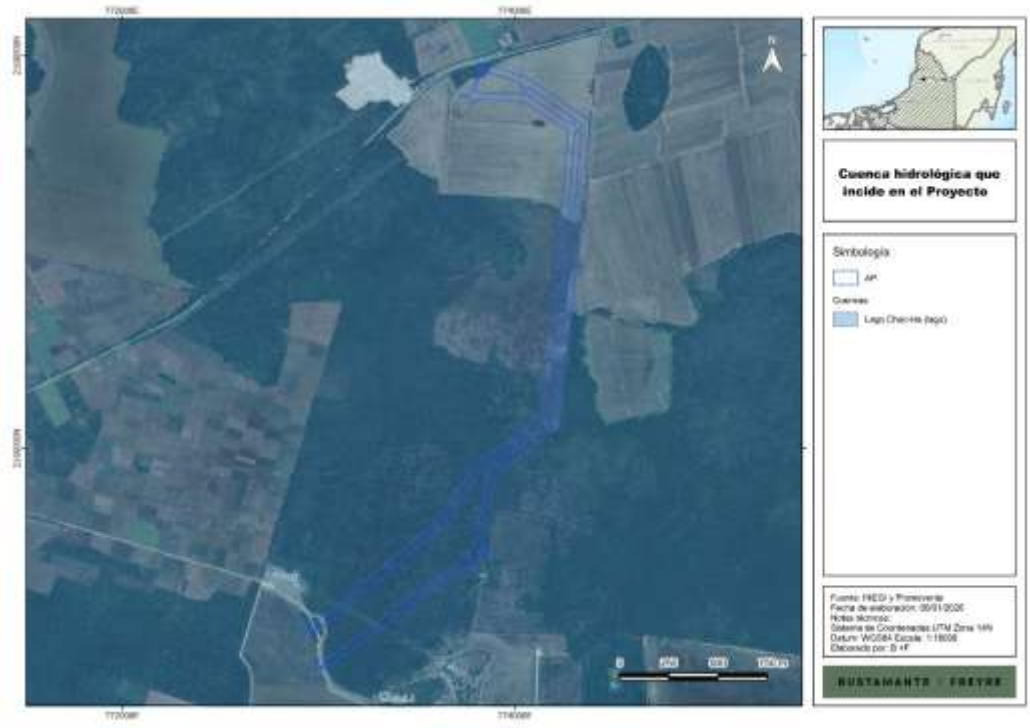


Figura II. 14 Cuenca hidrológica que incide en el Proyecto



II.2.3. Representación gráfica local.

En el ámbito local, el **Proyecto** se localiza dentro de la subcuenca hidrológica Calakmul, conforme a la cartografía hidrológica oficial, la cual forma parte del sistema de escurrimientos que drenan hacia el occidente del estado de Campeche. Esta subcuenca se caracteriza por un relieve de pendiente suave y por la presencia de escurrimientos superficiales predominantemente intermitentes, asociados a la estacionalidad de las lluvias.

A una escala más detallada, el trazo de las líneas de transmisión se inserta dentro de la microcuenca Tixmucuy, unidad que permite identificar con mayor precisión los patrones de drenaje local y la dirección general de los escurrimientos superficiales que podrían incidir en el área del **Proyecto**. Estas microcuencas representan unidades hidrológicas de menor escala, útiles para la planeación y el análisis del emplazamiento de infraestructura lineal.

La delimitación de la subcuenca y microcuenca hidrológica permite contextualizar el trazo del **Proyecto** respecto a la red de drenaje existente, facilitando la identificación de zonas donde los escurrimientos temporales podrían interactuar con la infraestructura proyectada, particularmente en puntos de cruce o cercanía con cauces naturales.

En las figuras siguientes se presenta la ubicación local del **Proyecto**, mostrando su relación con la subcuenca y microcuenca hidrológica correspondiente, así como la traza de las líneas de transmisión dentro de estas unidades, lo cual contribuye a una mejor comprensión de su inserción territorial a escala local.

Figura II. 15. Representación gráfica local.



Figura II. 16 Subcuencas que inciden en el Proyecto



Figura II. 17 Microcuencas que inciden con el Proyecto



En el **Anexo II.4** se presenta la totalidad de cartografía del presente Capítulo para su mejor visualización.

II.2.4. Preparación del sitio y construcción.

A. Preparación del sitio

La etapa de preparación del sitio comprende las actividades necesarias para acondicionar el derecho de vía y las áreas donde se localizarán las torres, accesos y zonas de trabajo de las Líneas de Transmisión. Estas acciones tienen como finalidad generar condiciones adecuadas para el desarrollo de la obra, mediante la limpieza, despalme, nivelación y habilitación de caminos, procurando minimizar los impactos ambientales y conservar la cobertura vegetal adyacente:

A.1. Limpieza y despalme

Las actividades de limpieza y despalme tienen como finalidad preparar el terreno dentro del derecho de vía y en los sitios donde se ubicarán las torres, accesos y plazas de trabajo de las Líneas de Transmisión.

La limpieza consistirá en la roza y desmonte selectivo de vegetación herbácea o arbustiva baja, utilizando medios mecánicos (tractores o motoconformadora), evitando en todo momento la remoción innecesaria de vegetación arbórea o forestal.

En caso de requerirse despalme, se retirará la capa orgánica superficial del suelo únicamente en las zonas donde se desarrollen cimentaciones o plataformas. El material resultante será acopiado y

reutilizado preferentemente como relleno o cobertura vegetal; de no ser aprovechable, será trasladado a sitios autorizados para su disposición final.

Todas las actividades se realizarán dentro de los límites autorizados del **Proyecto** y bajo supervisión ambiental, procurando minimizar el movimiento de suelo y evitar afectaciones fuera del derecho de vía.

A.2. Trazo y nivelación

El trazo y nivelación del terreno tienen como propósito definir físicamente la ubicación del eje y de las torres de las Líneas de Transmisión.

Se realizarán levantamientos topográficos mediante instrumentos de precisión (estación total o GPS diferencial) para obtener el perfil del eje de la línea dentro de una franja de aproximadamente 50 metros a cada lado del trazado.

Posteriormente, se llevará a cabo el replanteo de las torres, marcando los puntos de localización mediante estacas conforme al diseño del **Proyecto**, garantizando la correcta ubicación dentro del derecho de vía. En el caso de torres de ángulo o especiales, se utilizarán los métodos topográficos apropiados para su marcación y alineación.

La nivelación se realizará únicamente en las áreas donde se coloquen las torres o se habiliten zonas de trabajo, buscando minimizar el movimiento de tierra y adaptarse a la topografía natural, a fin de conservar la estabilidad del suelo y facilitar el drenaje superficial.

A.3. Excavaciones, compactaciones y movimientos de tierra.

Las excavaciones se ejecutarán conforme a las dimensiones establecidas en los planos estructurales y de acuerdo con la clase de terreno existente en cada punto de torre. Se realizarán con maquinaria adecuada, procurando no exceder los límites autorizados y evitando afectaciones a los terrenos colindantes.

El material resultante de las excavaciones se reutilizará para rellenos cuando sea apto; de lo contrario, será trasladado a bancos o sitios de disposición autorizados. Los rellenos y compactaciones se efectuarán con material inerte, libre de materia orgánica, en capas sucesivas y compactadas hasta alcanzar la densidad requerida, utilizando vibrocompactadores o rodillos mecánicos.

Durante estas labores se deberán tomar medidas preventivas para evitar riesgos a personas, fauna o vehículos, manteniendo señalizadas las áreas de excavación y asegurando la estabilidad de taludes y bordes. En zonas con pendiente o alta pluviosidad, se construirán cunetas o canales de drenaje superficial, de acuerdo con el diseño del **Proyecto**, para conducir el escurrimiento y prevenir erosión.

A.4. Cortes y rellenos

Durante la etapa de preparación del sitio se realizarán cortes y rellenos localizados para permitir el emplazamiento de torres, cimentaciones, accesos y caminos internos.

Los cortes se harán por medios mecánicos, utilizando retroexcavadoras, cargadores frontales o camiones de volteo para el traslado del material. El material aprovechable se reutilizará como relleno en el mismo sitio; el material no aprovechable será acopiado temporalmente y dispuesto en sitios autorizados conforme a la normatividad aplicable.

Los rellenos se realizarán con material inerte y libre de materia orgánica, colocados en capas sucesivas y compactadas hasta alcanzar la densidad requerida conforme a las especificaciones de ingeniería. En caso de requerirse material adicional, éste se obtendrá de bancos debidamente autorizados.

Estas labores se ejecutarán bajo supervisión técnica y ambiental, evitando alteraciones innecesarias de la topografía natural y manteniendo el control de erosión y escurrimiento

A.5. Accesos

Se emplearán preferentemente los caminos existentes para acceder a los sitios de trabajo; sin embargo, cuando sea necesario habilitar accesos nuevos, éstos se construirán dentro del ancho del derecho de vía, con un ancho mínimo de 3 metros de corona, incluyendo drenajes, cunetas y contracunetas laterales que aseguren el control de escurrimientos y la durabilidad del camino.

En la medida de lo posible, los caminos podrán permanecer como accesos definitivos para mantenimiento, estableciendo las servidumbres correspondientes. En caso de requerirse accesos provisionales, éstos se ajustarán a las condiciones del terreno y a los acuerdos con los propietarios.

Durante la apertura y uso de accesos se deberán aplicar métodos constructivos que minimicen el daño a los ecosistemas, evitando la remoción innecesaria de vegetación y el arrastre de sedimentos. Se señalizarán los accesos a cada torre para que los vehículos ingresen y salgan por un mismo punto y utilizando el mismo camino.

A.6. Plazas de tendido.

Como parte de la etapa de preparación del sitio, se habilitarán plazas de tendido en los puntos necesarios para realizar las actividades de tendido, empalme, tensado y enrollado de los cables conductores y de guarda de las Líneas de Transmisión.

Estas áreas se establecerán de manera temporal y contarán con dimensiones aproximadas de 15 x 20 metros. Su función principal será permitir el manejo seguro, eficiente y controlado de los carretes de conductor y de la maquinaria de tendido.

La ubicación de las plazas se definirá considerando la topografía y condiciones del terreno, buscando en todo momento evitar afectaciones innecesarias a la vegetación y prevenir procesos de erosión. Al concluir los trabajos de tendido, dichas áreas serán limpiadas y rehabilitadas, restableciendo las condiciones originales del suelo conforme al programa de restauración del **Proyecto**.

A.7. Obras y servicios provisionales.

Durante la etapa de preparación del sitio se habilitarán instalaciones temporales mínimas de apoyo para el desarrollo de las actividades iniciales del **Proyecto**.

Estas instalaciones incluirán la colocación de sanitarios portátiles para el personal que participe en las labores de limpieza, trazo, nivelación y movimientos de tierra. Los sanitarios serán suministrados



y mantenidos por una empresa especializada y autorizada, considerando un sanitario por cada 20 trabajadores.

Asimismo, se destinará un espacio temporal dentro del derecho de vía o en zonas ya despejadas para el acopio ordenado de materiales, herramientas y equipo menor, así como para el estacionamiento de maquinaria y vehículos durante la jornada laboral.

Los residuos sólidos no peligrosos generados durante estas actividades se almacenarán temporalmente en contenedores cerrados o bajo techo, para su posterior recolección y disposición conforme al plan de manejo del **Proyecto**.

Al concluir esta etapa, todas las instalaciones provisionales serán retiradas y las superficies utilizadas serán rehabilitadas y niveladas, restableciendo las condiciones originales del terreno.

B. Construcción.

Durante esta etapa se realizarán las actividades de obra civil y electromecánica necesarias para el montaje de las Líneas de Transmisión, que incluyen la construcción de cimentaciones, la colocación del sistema de puesta a tierra, el armado y montaje de torres metálicas, la instalación de herrajes y aisladores, y el tendido de los conductores.

Todas las actividades se llevarán a cabo conforme a los planos de ingeniería y bajo la supervisión técnica y ambiental correspondiente, asegurando que las maniobras se realicen con las medidas de seguridad y control ambiental establecidas.

B.1. Obra civil

La obra civil comprende las actividades relacionadas con la construcción de las cimentaciones de las torres metálicas, que servirán de soporte estructural para los conductores, así como los trabajos de excavación, relleno, compactado y limpieza final de las áreas de trabajo.

B.1.1. Excavaciones

Las excavaciones se realizarán conforme a las dimensiones y profundidades definidas en los planos estructurales y de acuerdo con la clase de terreno. Se empleará maquinaria hidráulica o neumática, cuidando no afectar áreas fuera de los límites autorizados.

El material producto de la excavación se reutilizará preferentemente en los rellenos, siempre que cumpla con las condiciones de estabilidad requeridas; en caso contrario, será transportado a sitios de disposición autorizados.

Durante la ejecución se colocará señalización preventiva y cercado de seguridad alrededor de las áreas de excavación, a fin de evitar accidentes o el ingreso de fauna.

B.1.2. Cimentaciones

Las cimentaciones constituyen la base estructural sobre la cual se erigirán las torres metálicas. Se construirán en concreto armado, conforme al diseño estructural y las especificaciones de resistencia mecánica requeridas para las cargas de operación.

Las pilas se diseñarán para resistir los esfuerzos generados por las torres y los conductores, y para garantizar su estabilidad ante las condiciones de viento y carga eléctrica. El colado del concreto se realizará una vez colocado el armado de acero, cuidando la calidad del material y el curado posterior.

En terrenos agrícolas, las peanas sobresaldrán al menos 20 cm sobre el nivel del terreno para evitar acumulación de agua, y su parte superior se conformará con una pendiente mínima de 10 % que facilite el drenaje.

B.1.3. Puesta a tierra

Cada torre contará con un sistema de puesta a tierra, conformado por conductores de cobre y electrodos instalados a profundidad variable (entre 0.8 y 1.5 m, según el tipo de terreno). Este sistema permitirá la descarga segura de corrientes eléctricas y garantizará la protección de las estructuras y del personal.

Los conductores se colocarán en zanjas excavadas a la profundidad requerida y se conectarán a las partes metálicas de la estructura mediante conectores fundidos. El relleno de las zanjas se realizará con el material de excavación o con suelo de baja resistividad, según se indique en el diseño.

B.1.4. Relleno, compactado y limpieza final

Una vez coladas y fraguadas las cimentaciones, se procederá al relleno y compactado de las cepas, utilizando preferentemente el mismo material extraído durante la excavación. En caso de requerir material adicional, se empleará material inerte proveniente de bancos autorizados.

El relleno se realizará en capas sucesivas, compactadas mecánicamente hasta alcanzar la densidad requerida, asegurando la estabilidad del terreno.

Posteriormente se llevará a cabo la limpieza y restauración de las áreas de trabajo, retirando materiales sobrantes, restos de concreto, empaques o residuos metálicos, y nivelando las superficies intervenidas. En caso de haberse retirado la capa orgánica del suelo, ésta será reincorporada para favorecer la recuperación natural de la vegetación.

B.2. Obra electromecánica

La obra electromecánica comprende el montaje de torres metálicas, la instalación de herrajes, aisladores y conectores, así como el tendido y regulación de los cables conductores y de guarda.

B.2.1. Armado y montaje de torres

El armado y montaje de las torres de acero galvanizado se realizará por secciones, ensamblando los componentes a nivel de suelo y posteriormente izándolos con grúa hasta su posición final.

Las maniobras se efectuarán siguiendo un plan de trabajo que garantice la estabilidad de los elementos estructurales y la seguridad del personal. La tornillería será colocada en su totalidad y ajustada conforme a las especificaciones del diseño, evitando esfuerzos indebidos sobre los elementos metálicos.



En los sitios con difícil acceso, podrá emplearse el método de izado barra a barra, asegurando que las cargas no excedan los límites elásticos de las estructuras.

B.2.2. Vestido de estructuras

Una vez montadas las torres, se realizará el vestido de las estructuras, que incluye la colocación de herrajes, cadenas de aisladores, placas de advertencia, numeración y demás accesorios necesarios para la instalación de los conductores.

Estas actividades se realizarán con las herramientas y equipos adecuados, cuidando la integridad de los materiales y evitando golpes o deformaciones.

B.2.3. Tendido y regulación de conductores

El tendido de los conductores y del cable de guarda se llevará a cabo mediante el método de tensión mecánica controlada, que garantiza el manejo seguro del material y el cumplimiento de las especificaciones de flecha y tensión definidas en el diseño del **Proyecto**.

Las operaciones de tendido se realizarán únicamente cuando las cimentaciones y torres estén completamente montadas y revisadas. El conductor se desenrollará de las bobinas mediante su giro, evitando torsiones o daños en los hilos.

Durante el proceso se mantendrá controlada la tracción aplicada, para no exceder los límites permitidos por la temperatura y las características del conductor.

Los empalmes se efectuarán con accesorios específicos de unión, respetando el sentido de cableado del conductor y evitando el uso de herramientas que puedan dañarlo. El tensado se ejecutará desde puntos de anclaje seguros, ubicados a una distancia mínima doble de la altura de la torre, y se verificarán las flechas y tensiones con dinamómetro.

Una vez completado el tendido, se realizará el retencionado y fijación final, suspendiendo los conductores en las grapas o amarres de las cadenas de aisladores y asegurando su correcta sujeción

C. Obras complementarias

Durante la etapa de construcción se realizarán también obras auxiliares necesarias para el acceso, maniobra y operación del personal y maquinaria, así como para el tendido de los conductores. Estas obras comprenden la habilitación y mantenimiento de caminos de acceso y la conformación de plazas de tendido.

C.1. Accesos

Se emplearán principalmente los caminos existentes; sin embargo, cuando se requiera mejorar el tránsito, se procederá a su revestimiento, nivelación y compactado, garantizando la circulación segura de la maquinaria y vehículos pesados.

Los caminos nuevos que se habiliten dentro del derecho de vía tendrán un ancho aproximado de 3 metros de corona, con cunetas o contracunetas laterales que aseguren el control de escurrimientos y reduzcan la erosión.



En todo momento se priorizará el aprovechamiento de trazos ya abiertos y se evitará la remoción innecesaria de vegetación o el movimiento excesivo de suelo.

C.2. Plazas de tendido

Para las labores de tendido y tensado de los conductores se habilitarán plazas de trabajo temporales con dimensiones aproximadas de 15 x 20 metros, ubicadas estratégicamente a lo largo del trazado de la línea.

Estas áreas permitirán el desenrollado controlado de los carretes de conductor, el manejo de maquinaria especializada y el acopio temporal de materiales eléctricos.

La selección de los sitios considerará la topografía del terreno, buscando superficies planas, firmes y con pendiente suave que eviten escurrimientos o erosión.

Al concluir el tendido, las plazas serán limpiadas y rehabilitadas, restituyendo la capa orgánica y nivelando el terreno para permitir su reincorporación al entorno.

D. Obras y servicios provisionales

Durante la etapa de construcción se habilitarán instalaciones temporales mínimas de apoyo necesarias para el desarrollo de las actividades de obra civil y electromecánica. Estas obras tendrán carácter temporal y serán retiradas al concluir la fase constructiva, restituyendo las condiciones originales del terreno.

Instalaciones sanitarias: Se colocarán sanitarios portátiles para uso del personal en los frentes de trabajo, suministrados y mantenidos por una empresa especializada y autorizada, considerando un sanitario por cada 20 trabajadores.

Los residuos sanitarios serán recolectados y dispuestos por la misma empresa en sitios aprobados, evitando descargas al suelo o cuerpos de agua.

Almacenamiento temporal y acopio de materiales: Se habilitarán espacios provisionales dentro del derecho de vía o en áreas ya despejadas para el acopio ordenado de materiales, herramientas y equipo menor. Los materiales sobrantes, empaques y residuos no peligrosos serán almacenados temporalmente en contenedores cerrados o bajo techo, conforme al plan de manejo ambiental del **Proyecto**.

Abastecimiento de energía eléctrica y concreto: Para la alimentación de maquinaria y equipo menor podrá emplearse energía eléctrica proveniente de generadores móviles, los cuales se colocarán sobre superficies impermeables para prevenir infiltraciones de combustibles o aceites.

El concreto utilizado para las cimentaciones será suministrado por una empresa externa autorizada, con transporte en camiones revolvedores hasta el punto de colado.

Manejo de aguas residuales y residuos sólidos: Las aguas residuales provenientes de los sanitarios portátiles serán recolectadas periódicamente por la empresa contratada para su disposición final en sitios autorizados.



Los residuos sólidos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores y serán recolectados por un servicio autorizado conforme a la normatividad aplicable.

E. Requerimientos para la etapa de preparación del sitio y construcción

E.1. Personal

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del **Proyecto**, se requerirá personal técnico y operativo en cantidades moderadas, acordes con las características del **Proyecto**, el cual consiste exclusivamente en la construcción de dos líneas de transmisión aéreas.

Las actividades se concentrarán principalmente en la habilitación de accesos existentes, preparación de plazas de tendido, cimentación y montaje de torres, así como el tendido y tensado de conductores, por lo que el número de personal será menor al requerido en proyectos de infraestructura eléctrica de mayor escala.

La ejecución de ambas líneas permitirá el aprovechamiento de frentes de trabajo compartidos, evitando la duplicación de personal y maquinaria.

A continuación, se presenta una estimación del personal requerido:

Tabla II. 15. Personal requerido.

Fase	Rol	Cantidad (aprox.)	Responsabilidades clave
Preparación del sitio	Ingeniero civil / eléctrico	1	Coordinación general de obras puntuales y lineales.
	Supervisor ambiental y de seguridad	1	Vigilancia de medidas ambientales y seguridad en trabajos en campo.
	Topógrafo	2	Replanteo de ejes, verificación de ubicación de torres y DDV.
	Operadores de maquinaria	10–15	Excavaciones puntuales para torres y adecuación de plazas de tendido.
	Mano de obra general	20–30	Apoyo en limpieza selectiva, señalización y preparación de áreas.
	Personal administrativo	2	Control de avances, logística y bitácoras.
Construcción Preparación del sitio	Supervisor civil	1	Control de cimentaciones y montaje estructural.
	Supervisor eléctrico	1	Supervisión de montaje y tendido de conductores en ambas líneas.
	Topógrafo / auxiliar	2	Verificación de alineación y alturas de seguridad.
	Operadores de maquinaria	15–20	Apoyo mecánico durante montaje y tendido.
	Cuadrillas de montaje y tendido	30–40	Instalación de torres, herrajes y conductores.
	Personal de seguridad	1–2	Control de trabajos en altura y seguridad industrial.
	Ingeniero civil / eléctrico	1	Coordinación general de obras puntuales y lineales.

E.2. Energía eléctrica

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el **Proyecto** requerirá el uso de energía eléctrica para el desarrollo de actividades asociadas a la instalación de las dos líneas de transmisión aéreas, particularmente para el funcionamiento de equipos auxiliares, herramientas eléctricas y sistemas de apoyo en campo.

El suministro de energía eléctrica durante esta etapa se realizará principalmente mediante el uso de plantas eléctricas portátiles, así como, de manera puntual, a través de conexiones temporales a la red pública de distribución, en aquellos frentes de obra donde exista disponibilidad de infraestructura eléctrica cercana. En los sitios donde se empleen plantas generadoras, éstas contarán con bandejas de contención y superficies impermeables, a fin de prevenir posibles derrames de combustibles o lubricantes y evitar la contaminación del suelo.

El consumo eléctrico estará destinado principalmente a las siguientes actividades:

- Iluminación temporal en frentes de trabajo y oficinas móviles,
- Operación de herramientas eléctricas (taladros, cortadoras, soldadoras),
- Funcionamiento de maquinaria auxiliar ligera,
- Sistemas de comunicación y seguridad.

Con base en la duración estimada de la etapa de preparación del sitio y construcción, así como en la potencia instalada y el tiempo de uso diario de los equipos, se realizó una estimación del consumo de energía eléctrica, la cual se presenta en la tabla siguiente.

Tabla II. 16. Cálculo de consumo eléctrico estimado.

Etapa	Equipos e instalaciones	Potencia total (W)	Horas de uso diarias	Factor de utilización	Periodo de uso	Consumo estimado (MWh)
Preparación del sitio y construcción	Iluminación temporal y oficinas móviles	8,000	6	0.8	24 meses	25.9
	Herramientas eléctricas (taladros, cortadoras, soldadoras)	18,000	5	0.7	24 meses	41.3
	Plantas eléctricas portátiles (maquinaria auxiliar)	20,000	6	0.8	24 meses	63.1
	Sistemas de comunicación y seguridad	3,000	24	1.0	24 meses	39.4
Total						169.7 MWh

E.3. Agua

El agua requerida para el desarrollo del **Proyecto** será suministrada mediante camiones cisterna provenientes de fuentes locales aprobadas y con disponibilidad comprobada. El recurso será almacenado en tanques móviles con capacidades de entre 10,000 y 30,000 litros, distribuidos en puntos estratégicos dentro de las áreas de trabajo de la Línea de Transmisión.

Transporte de agua

El suministro de agua durante la etapa de preparación del sitio y construcción se realizará mediante pipas, cuya fuente de abastecimiento procederá de pozos y redes locales autorizadas. El agua será utilizada principalmente en las actividades de control de polvo, curado de concreto, compactación de suelos, limpieza de herramientas y maquinaria, así como en el consumo sanitario del personal. Se garantizará que el suministro y manejo del recurso cumpla con la normativa ambiental e hídrica aplicable, evitando desperdicios o infiltraciones innecesarias.

Frecuencia de entrega

La frecuencia de suministro dependerá de la demanda estimada por etapa. Durante la construcción, las pipas podrán operar de manera diaria, dependiendo del número de frentes de trabajo activos.

Capacidad de las pipas

Se emplearán unidades con capacidad de 10,000 a 30,000 litros, suficientes para abastecer las áreas de trabajo en función de la distancia al punto de extracción y del número de torres en construcción. Cada punto de descarga contará con mangueras de descarga controlada para optimizar el uso del recurso.

Puntos de acceso

Se establecerán puntos estratégicos para la descarga de agua a lo largo del derecho de vía, priorizando las zonas de mayor actividad (montaje de torres y tendido de conductores), lo que permitirá una distribución eficiente y una reducción de pérdidas por traslado o evaporación.

E.3.1. Estimación de consumo de agua

El consumo de agua se determinó considerando las necesidades típicas de cada etapa del **Proyecto**. En la fase de preparación del sitio y construcción, el uso del recurso se concentrará en el control de polvo, curado de concreto y compactación.

A continuación, se presenta la estimación del consumo de agua por etapa del **Proyecto**:



Tabla II. 17. Requerimiento estimado de agua

Etapa	Actividad / componente	Unidad de medida	Consumo estimado	Observaciones
Preparación del sitio y construcción	Riego para control de polvo	m³	85,000	Aplicado de forma puntual en accesos temporales, plazas de tendido y zonas de tránsito de maquinaria.
	Curado de concreto de cimentaciones	m³	22,000	Uso durante el colado y fraguado de zapatas de torres.
	Compactación de suelos	m³	18,000	Humedecimiento previo en áreas específicas (plazas y accesos inmediatos).
	Limpieza de herramientas y equipos	m³	4,500	Limpieza básica al cierre de jornada.
	Uso sanitario (pipas / sanitarios portátiles)	m³	9,000	Consumo estimado para personal de obra (~40–60 personas promedio).
Total	—	—	138,500	138,500 m³

E.4. Combustibles

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del **Proyecto** se prevé el uso de combustibles fósiles, principalmente diésel, destinado al funcionamiento de maquinaria y equipo empleados en actividades puntuales y temporales tales como: apertura y rehabilitación de accesos existentes, habilitación de plazas de tendido, excavaciones y colado de cimentaciones en sitios de torre, montaje de estructuras, tensado y tendido de conductores, así como traslados internos de materiales y personal.

El consumo de combustible se concentra en los periodos de cimentación y montaje (excavación, colado y armado de torres) y en el tendido de conductor, disminuyendo fuera de estos frentes de obra debido a la naturaleza del **Proyecto** y a que las actividades se ejecutan por tramos.

El abastecimiento se realizará mediante proveedor autorizado, utilizando suministro en sitio con unidades móviles y/o contenedores portátiles debidamente identificados, con bandejas antiderrame, equipo de contención y manejo de residuos (trapos, material absorbente), a fin de prevenir afectaciones al suelo. No se contempla almacenamiento permanente de combustibles en el área del **Proyecto**.

Tabla II. 18. Consumo estimado de combustible por maquinaria

Etapa	Maquinaria / Equipo	Tipo de Combustible	Consumo estimado	Unidad	Actividad principal / Observaciones
Preparación del sitio y construcción	Excavadora hidráulica	Diésel	35,000	L (total etapa)	Excavaciones en sitios de torre (cimentaciones) y apoyo puntual en plazas/accesos.
	Retroexcavadora	Diésel	18,000	L (total etapa)	Excavaciones menores, conformación puntual, apoyo en frentes de obra.
	Camión cisterna (agua)	Diésel	22,000	L (total etapa)	Riego de control de polvo y suministro de agua en frentes de obra.
	Grúa telescópica	Diésel	28,000	L (total etapa)	Izaje y montaje de estructuras y componentes en sitios de torre
	Vehículos ligeros de supervisión	Gasolina	12,000	L (total etapa)	Traslado de supervisión, logística y seguridad (rutas por tramos)
	Generadores eléctricos portátiles	Diésel	10,000	L (total etapa)	Suministro eléctrico temporal para herramientas/iluminación donde no haya red
Total	—	—	125,000	L	Diésel + gasolina (etapa preparación y construcción).

E.5. Banco de materiales

Los materiales pétreos y el concreto requeridos para la construcción de la Línea de Transmisión serán suministrados por proveedores externos debidamente autorizados, que cuenten con las certificaciones y permisos correspondientes para su extracción, procesamiento y transporte. No se contempla la apertura de bancos de materiales nuevos asociados al **Proyecto**.

II.2.5. Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

La estimación de las existencias reales totales específicamente en el área pretendida para ejecutar el **CUSTF** demanda la utilización de herramientas que ayuden a la obtención de las variables cuantitativas necesarias para tal fin. De acuerdo con los objetivos, el inventario forestal "Trata de describir la cantidad y calidad de los árboles de un bosque y muchas de las características de la zona del terreno donde crecen los mismos" (Romahn, *et al*., 1994).

Para cumplir con los objetivos, el inventario forestal recurre a distintas herramientas; entre ellas se destacan las Técnicas e Instrumentos de Medición, la Teoría del Muestreo, la Topografía, la Cartografía, la Teledetección, entre otros. Para la obtención de los datos que permitieron determinar las existencias reales a intervenirse por el **CUSTF**, se recurrió al muestreo.

Antes de presentar los resultados de este apartado, es necesario comprender qué es una materia prima forestal. Para esto la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, vigente, en el Artículo 7, Párrafo XXXVII la define como *"Los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación*", con un valor o destino comercial.

Como base para la estimación de los cálculos realizado en el presente apartado se tomó en consideración la superficie sujeta a **CUSTF** (13.021 hectáreas), y también se especifica que los cálculos se generaron de acuerdo a la superficie de intervención forestal para cada uno de los predios (propietarios). Se resalta que la vegetación que se determinó en los trabajos de campo corresponde a Vegetación secundaria Arborea de selva mediana subcaducifolia.

A manera de resumen a continuación se presentan los resultados, es decir la cantidad de individuos presentes por estratos en toda el área sujeta a **CUSTF**.

Tabla II. 19. Resumen de la cantidad de individuos presentes en el área sujeta a CUSTF

Superficie de CUSTF	Existencial totales de Individuos de flora silvestre						
	Arbóreo	Renuevos Arbóreo	Arbustivo	Palmas	Epifitas	Herbáceas	Total
13.021	10,213	72,918	5,2572	1,424	0	1,172,338	**1,309465**

De manera específica se presentan las existencias volumétricas maderables que presenta la superficie sujeta a **CUSTF**.

Tabla II. 20. Resumen de la existencia volumétrica maderable a remover en el área de CUSTF

No	Tipo de vegetación	Superficie de CUSTF (ha)	Volumen Total Árbol (m^3VTA)		
			Arbóreo en 3,200 m2	Arbóreo en 1 ha	Arbóreo en área de CUSTF (13.021 ha)
1	Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subcaducifolia	13.021	48.63	151.9692522	1,978.79

En el **Anexo II.5**_FLORA_ESTIMACION_VOLUMEN, se presentan las memorias de cálculo.

A. Muestreo

a. Objetivo del muestreo

Obtener información florística para el cálculo y análisis de la diversidad florística y dasométrica.

b. Criterios del esquema de muestreo

- **Técnico:** Que cumpla con los requerimientos técnicos del Documento Técnico Unificado (Análisis de diversidad y dasométrico), considerando las condiciones de logísticas en su ejecución.
- **Estadístico:** Que el tamaño de muestra resultante sea representativo y con la confiabilidad

o suficiente, así como del criterio de independencia del muestreo entre las distintas áreas de análisis [Área del Proyecto (**AP**), Área de Influencia (**AI**) y Sistema Ambiental Regional (**SAR**)]. Al respecto en el Capítulo IV del presente **DTU-BR**, se detalla las características del **AI** y **SAR.**

- **Biológico:** En la representatividad se buscó muestrear objetivamente en el área de proyecto, los tipos de vegetación que se afectará por el **Proyecto** (para este caso (Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subcaducifolia), para poder hacer la comparación de los parámetros de diversidad de las especies de flora presentes en el **AI** y **SAR**.

c. Definición de la población a muestrear

Se tomó como dato poblacional la superficie de la vegetación forestal existente en el área sujeta a **CUSTF**, enfocándose únicamente a Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subcaducifolia.

Tabla II. 21. Tipos de vegetación en el área de CUSTF.

No	Tipo de vegetación	Superficie sujeta a CUSTF (ha)
1	Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subcaducifolia	13.021

A.1. Distribución de los sitios de muestreo

Con la finalidad de obtener una mayor representatividad dasométrica del tipo de vegetación a afectar, los sitios de muestreo fueron ubicados en el área de **CUSTF** del **Proyecto**. En este sentido se optó de un muestreo dirigido.

El muestreo dirigido consiste en seleccionar las unidades elementales o muestrales de la población según el juicio y la opinión de los encuestadores, o el responsable del muestreo. Tiene a favor de enfocarse en las unidades muestrales más importantes con toda seguridad; como desventaja, la muestra no es aleatoria; pero para compensar la falta de aleatoriedad, el responsable técnico forestal ubicó los sitios en gabinete sobre base cartográfica (*shp* de uso del suelo y tipos de vegetación), para ubicarlos en campo con la ayuda de un GPS, y evaluar las condiciones particulares de los sitios (variables de interés).

A.2. Tamaño y forma de los sitios de muestreo

Se evaluaron los siguientes estratos para el tipo de vegetación existente en el área del **Proyecto**, la cual fue determinada directamente en campo como Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subcaducifolia.

- **Arbóreo**: Para la evaluación de los individuos del estrato arbóreo se emplearon sitios cuadrados con un área de 400 m^2, cuyos lados son de 20 X 20 m.

- **Palmas:** Para la evaluación de los individuos del estrato arbóreo se emplearon sitios

cuadrados con un área de 400 m^2, cuyos lados son de 20 X 20 m

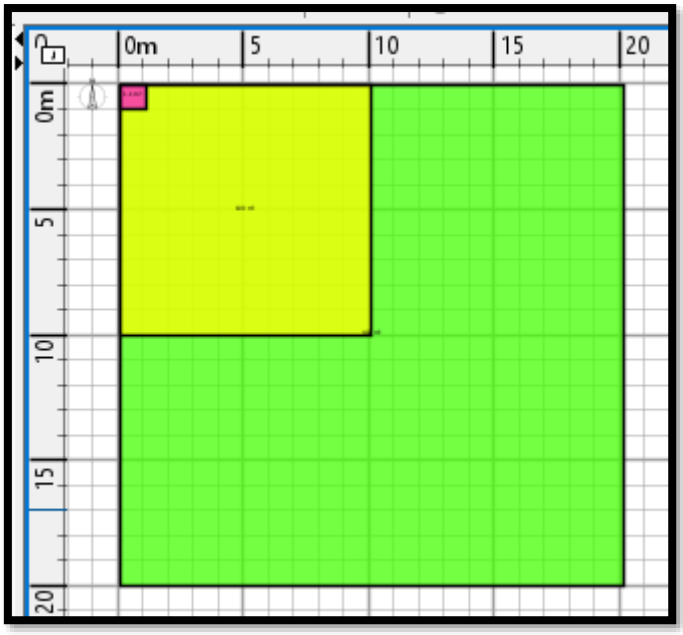
- **Epifitas**: Para la evaluación de los individuos del estrato correspondiente a las epifitas, se emplearon los mismos sitios que para el estrato arbóreo, de 400 m^2; cuyos lados son de 20 X 20 m.

- **Arbustivo**: Para la evaluación de los individuos del estrato arbustivo, se emplearon sitios cuadrados de 100 m^2; cuyos lados son de 10 X 10 m.

- **Herbáceo:** para la evaluación de las herbáceas y pastos se emplearon sitios cuadrados de 1 m^2, cuyas dimensiones fueron de 1X1 m.

Por último, los sitios anteriores, se optó anidarlos en un conglomerado de sitios, semejante a los conglomerados del Inventario Nacional Forestal y de Suelos; el tamaño de los sitios obedece a que los estratos tienen comportamientos diferentes en su distribución espacial (Densidad: individuos y por unidad de superficie).

Figura II. 18. Forma y arreglo de los sitios de muestreo del inventario florístico y dasométrico.



Fuente: Elaboración propia

Los sitios fueron ubicados en campo con la ayuda de un GPS y sus vértices fueron marcados con una cinta fluorescente (flaggin), en los extremos de cada sitio de muestreo (diferenciado el cuadrante de 10m X 10m y el de y 20m X 20m).

A.3. Cálculo del tamaño de muestra e Intensidad de muestreo

Para determinar el número de sitios de muestreo a levantar (tamaño de muestra) No se utilizó algún modelo matemático, preliminar a los trabajos de campo para el cálculo de tamaño de muestra, ya

que la suficiencia o representatividad del muestreo se determinó a través de la curva de acumulación de especies, posterior a los muestreos de campo bajo el principio de deducir por experiencia, que la acumulación de especies ya están representados con los sitios de muestreo obtenidos, lo cual se comprobó con el análisis estadístico correspondiente.

El análisis estadístico realizado por estrato se presenta en el Capítulo IV del presente **DTU-BR**, el cual demuestra la representatividad determinada por los criterios:

- Pendiente al final de la curva
- Proporción de flora registrada
- Fiabilidad del muestreo
- Bondad de ajuste

Llegándose a la siguiente conclusión:

Tanto los **estimadores** de las curvas de acumulación como los parámetros del modelo de Clench, principalmente por la pendiente calculada en el último sitio de la muestra, determinaron que el muestreo es fiable y representativo, es decir que se tiene suficiencia de muestreo, para los fines de diversidad y dasométrico.

Hechas las pruebas de suficiencia de muestreo para los estratos del tipo de vegetación presente en el área sujeta a **CUSTF**. Por lo que, en este apartado, ya sólo se presenta la intensidad de muestreo, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla II. 22. Desglose del tamaño de muestra resultante de campo e intensidad de muestreo para el estrato arbóreo sobre el área sujeta a CUSTF.

Tipo de Vegetación	Superficie CUSTF (ha)	Tamaño de la muestra (Sitios)	Superficie muestreada (ha)	Intensidad de muestreo (%)
Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subaducifolia	13.021	8	0.32	2.45

El tamaño de muestra resultante es de 8 sitios de muestreo de 400 m^2; distribuidos en el tipo de vegetación presente en el área de **CUSTF**, lo que representa una superficie muestreada de 3,200 m^2 (0.32 hectáreas) y considerando la superficie forestal de 13.021 hectáreas, se tiene una intensidad de muestreo total de 2.45%.

A.4. Coordenadas de los sitios de muestreo

Con la finalidad de obtener una mayor representatividad dasométrica, los sitios de muestreo fueron ubicados en el área sujeta a **CUSTF**, conforme a la imagen de satélite Google Earth septiembre 2025 y Sentinel 2 B de la Agencia Espacial Europea, de septiembre de 2025, con resolución de 10 m y conforme a la información de la Serie VII de INEGI, (esto fue preliminar, dado que en campo se determinó el tipo de vegetación definitiva) para el **Proyecto**. Las coordenadas de los sitios de muestreo resultantes se presentan en las siguientes tablas.

Tabla II. 23. Coordenadas de los sitios de muestreo del estrato arbóreo, palmas y epifitas.

SITIOS AP	VERTICE	X	Y
1	V1	773852	2165675
	V2	773844	2165676
	V3	773859	2165693
	V4	773843	2165693
2	V1	774085	2166015
	V2	774079	2166022
	V3	774105	2166036
	V4	774089	2166036
3	V1	773878	2165935
	V2	773867	2165949
	V3	773888	2165962
	V4	773891	2165948
4	V1	773809	2165475
	V2	773800	2165480
	V3	773818	2165492
	V4	773796	2165496

SITIOS AP	VERTICE	X	Y
5	V1	773557	2165554
	V2	773545	2165568
	V3	773567	2165571
	V4	773559	2165577
6	V1	773359	2165129
	V2	773354	2165140
	V3	773373	2165136
	V4	773370	2165153
7	V1	773087	2165157
	V2	773080	2165171
	V3	773102	2165173
	V4	773092	2165192
8	V1	773322	2165352
	V2	773303	2165366
	V3	773337	2165367
	V4	773322	2165380

Tabla II. 24. Coordenadas de los sitios de muestreo del estrato arbustivo

SITIOS AP	VERTICE	X	Y
1	A	773852	2165675
	B	773850	2165682
	C	773851	2165683
	D	773856	2165684
2	A	774085	2166015
	B	774084	2166018
	C	774079	2166030
	D	774102	2166022
3	A	773878	2165935
	B	773872	2165941
	C	773891	2165944
	D	773886	2165941
4	A	773809	2165475
	B	773801	2165477
	C	773804	2165483

SITIOS AP	VERTICE	X	Y
	D	773812	2165481
5	A	773557	2165554
	B	773563	2165562
	C	773566	2165561
	D	773567	2165563
6	A	773359	2165129
	B	773354	2165132
	C	773363	2165138
	D	773367	2165133
7	A	773087	2165157
	B	773082	2165164
	C	773088	2165171
	D	773094	2165164
8	A	773322	2165352
	B	773319	2165352

SITIOS AP	VERTICE	X	Y
	C	773332	2165366

SITIOS AP	VERTICE	X	Y
	D	773332	2165362

Tabla II. 25. Coordenadas de los sitios de muestreo del estrato herbáceo.

SITIOS AP	VERTICE	X	Y
1	V1/A	773852	2165675
2	V1/A	774085	2166015
3	V1/A	773878	2165935
4	V1/A	773809	2165475

SITIOS AP	VERTICE	X	Y
5	V1/A	773557	2165554
6	V1/A	773359	2165129
7	V1/A	773087	2165157
8	V1/A	773322	2165352

Nota: Considerando el error de muestreo que presentan los GPS, únicamente se tomó una coordenada (V1/A) para el estrato herbáceo

A.5. Definición de Variables

Los datos que se levantaron durante el inventario forestal fueron los siguientes:

a) Datos de identificación del sitio (variables clasificatorias):
   - Tipo de vegetación
   - Número de sitio
   - Fecha
   - Ubicación geográfica

b) Información ecológica (variables clasificatorias):
   - Nombre común
   - Nombre científico
   - Forma biológica

c) Información dasométrica árboles, arbustos y palmas (variables cuantitativas):
   - Número progresivo del individuo registrado en el sitio [arboles mayores de 7.5 diámetro normal (**DN)**]
   - Diámetro normal (cm)
   - Diámetros de copa (m)
   - Altura total (m).

d) Información dasométrica del estrato herbáceo (variables cuantitativas):
   - Cantidad de individuos en el sitio de muestreo
   - Altura total (m)
   - Diámetros de copa (m)
   - Cobertura del estrato dentro del sitio de muestreo en porcentaje

B. Metodología para el cálculo de la densidad y volumen maderable a remover

El procesamiento de los datos inicia con la construcción de una base de datos a través de un administrador de hoja de cálculo (Excel), a partir de la captura y homogenización de datos del inventario forestal y posteriormente el cálculo con su aplicación de "Tablas dinámicas"; utilizando criterios de clasificación y agrupación tales como, especie; con operaciones elementales que incluyen conteo, producto, suma y promedios de los datos de las variables dasométricas para

obtener el parámetro por hectárea y posteriormente la inferencia a totales (Superficie sujeta a **CUSTF**).

B.1. Cálculo de la densidad

La densidad es la cantidad de individuos por unidad de superficie para cada uno de los criterios de clasificación y parámetros utilizados en este cálculo, que en este caso es por hectárea y total de la superficie sujeta **CUSTF**; donde la metodología para su cálculo se presenta a continuación.

1. Densidad promedio por especie por sitio

$$\overline{N_S} = \frac{na_i}{ns}$$

Donde:

$\overline{N_S}$ = Número promedio de individuos por sitio de la $i-ésima$ especie registrada por tipo de vegetación (en este caso únicamente se determinó un solo tipo de vegetación).

^{na_i} = Número total de individuos hallados de la $i-ésima$ especie en los sitios muestreo.

ns = Número de sitios de muestreo por tipo de vegetación.

2. Densidad promedio por especie por hectárea

$$\overline{NHa}_i = K\overline{N_S}$$

Donde:

$\overline{NHa}_i$ = Número promedio de individuos por hectárea de la $i-ésima$ especie hallada por tipo de vegetación.

k=10000/90, Factor de conversión de sitio a hectárea, caso sitio de 400 m^2

K=10000/60, Factor de conversión de sitio a hectárea, caso sitio de 100 m^2

k=10000/1, Factor de conversión de sitio a hectárea, caso sitio de 1 m^2

3. Densidad total

$$\overline{NHa} = \sum \overline{NHa_i}$$

Donde:

$\overline{NHa}$ = Número promedio de individuos de todas las especies por hectárea.

B.2. Metodología de cálculo de existencias volumétricas

B.2.1. Cubicación de individuos en el estrato arbóreo

Para la cubicación del arbolado en forma individual, fue necesario un modelo para tal fin, que generalmente ha sido el Sibifor-CONACYT-CONAFOR (2016), quien los ha generado a través de los inventarios forestales de los estados en el periodo de 1961 a 1985.

Tabla II. 26. Descripción de las ecuaciones seleccionadas para cada una de las especies del estrato arbóreo.

Nombre científico	Ecuación
Agonandra macrocarpa	EXP(-9.80434696+1.91033696*LN(diam)+1.03262007*LN(alt))
Allophylus cominia	EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))
Alvaradoa amorphoides	EXP(-9.52774573+1.76329569*LN(diam)+1.08168791*LN(alt))
Ardisia escallonioides	Exp(-9.52375084+1.81551953*LN(diam)+1.03039019*LN(alt))
Bonellia macrocarpa	EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))
Bourreria pulchra	EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))
Bursera simaruba	EXP(-9.88284891+1.92178549*LN(diam)+1.04714889*LN(alt))
Cascabela gaumeri	EXP(-9.52774573+1.76329569*LN(diam)+1.08168791*LN(alt))
Casearia laetioides	EXP(-9.98357915+1.95005045*LN(diam)+1.05153755*LN(alt))
Cenostigma gaumeri	EXP(-9.5643815+1.82330416*LN(diam)+1.01741981*LN(alt))
Coccoloba diversifolia	EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))
Cochlospermum vitifolium	EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))
Cordia dodecandra	((0.7854*((diam/100)^2*alt))0.6)1.4
Cordia gerascanthus	((0.7854*((diam/100)^2*alt))0.6)1.4
Cornutia pyramidata	((0.7854*((diam/100)^2*alt))0.6)1.4
Coulteria mollis	0.00004*Potencia(Diam,2.10523)*Potencia(Alt,0.84016)
Croton arboreus	((0.7854*((diam/100)^2*alt))0.6)1.4
Croton reflexifolius	((0.7854*((diam/100)^2*alt))0.6)1.4
Diospyros salicifolia	EXP(-9.80397476+1.91686765*LN(diam)+1.02474479*LN(alt))
Diospyros yatesiana	EXP(-9.80397476+1.91686765*LN(diam)+1.02474479*LN(alt))
Diphysa carthagenensis	Exp(-9.67348922+1.86887607*LN(diam)+1.01858126*LN(alt))
Erythroxylum confusum	EXP(-9.8528306+1.93994057*LN(diam)+1.0307694*LN(alt))
Erythroxylum rotundifolium	EXP(-9.8528306+1.93994057*LN(diam)+1.0307694*LN(alt))
Gymnopodium floribundum	Exp(-9.52375084+1.81551953*LN(diam)+1.03039019*LN(alt))
Hyperbaena winzerlingii	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Jatropha gaumeri	Exp(-9.52375084+1.81551953*LN(diam)+1.03039019*LN(alt))
Lonchocarpus rugosus	EXP(-9.5643815+1.82330416*LN(diam)+1.01741981*LN(alt))
Lonchocarpus xuul	EXP(-9.5643815+1.82330416*LN(diam)+1.01741981*LN(alt))
Luehea speciosa	Exp(-9.52375084+1.81551953*LN(diam)+1.03039019*LN(alt))
Lysiloma latisiliquum	EXP(-9.5643815+1.82330416*LN(diam)+1.01741981*LN(alt))
Malpighia glabra	Exp(-9.63519924+1.83658572*LN(diam)+1.02444663*LN(alt))
Metopium brownei	0.00004*Potencia(Diam,2.2082)*Potencia(Alt,0.66695)
Mimosa bahamensis	EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))
Neea psychotrioides	Exp(-9.52375084+1.81551953*LN(diam)+1.03039019*LN(alt))
Piscidia piscipula	EXP(-9.66777918+1.8605487*LN(diam)+1.02318950*LN(alt))
Psidium oligospermum	Exp(-9.71122198+1.8428147*LN(diam)+1.05795417*LN(alt))

Nombre científico	Ecuación
Randia longiloba	EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))
Semialarium mexicanum	Exp(-9.75894522+1.90722681*LN(diam)+1.01257027*LN(alt))
Senegalia gaumeri	EXP(-9.5643815+1.82330416*LN(diam)+1.01741981*LN(alt))
Senna racemosa	Exp(-9.67348922+1.86887607*LN(diam)+1.01858126*LN(alt))
Sideroxylon obtusifolium	EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))
Swartzia cubensis	EXP(-9.5643815+1.82330416*LN(diam)+1.01741981*LN(alt))
Talisia floresii	EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))
Vitex gaumeri	EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))
Ximenia americana	EXP(-9.80434696+1.91033696*LN(diam)+1.03262007*LN(alt))

Fuente: Sibifor-CONACYT-CONAFOR (2016). Donde: diam= Diámetro normal (cm) y alt= Altura total del árbol (m), LN= Logaritmo natural.

B.2.2. Cálculo de existencias volumétricas

1. Existencia volumétrica por hectárea

Una vez calculado el volumen con la fórmula por especie, se procedió a calcular por hectárea de la siguiente forma.

$\overline{VHa}_i = \overline{Vi} * \overline{NHa}_i$

Donde:

$\overline{VHa}_i$ = Volumen promedio de individuos por hectárea de $i-ésima$ especie registrada.

$\overline{VHa} = \sum \overline{VHa_i}$

Donde:

$\overline{VHa}$ = Volumen promedio de individuos de todas las especies por hectárea.

2. Existencia volumétrica total

La existencia por total en la superficie forestal de todas las especies

$\overline{VT_i} = \overline{VHa_i} * S_V$

Donde:

$\overline{VT_i}$ = Volumen total de la $i-ésima$ especie de individuos

S_V =Superficie forestal (ha).

$\overline{VT} = \sum \overline{VHa_i}$

Donde:

$\overline{VT}$ = Volumen total de todas las especies arbóreas y arbustivas.

C. Número de individuos y existencias volumétricas maderables estimados a remover por propietario

C.1. Estrato arbóreo

Tomando como referencia el análisis de los datos obtenidos del muestreo de campo sobre la zona o área del proyecto (**AP**) que alberga vegetación forestal, se estima un total de **10,213** individuos de 60 especies. Para este estrato en este predio, se tiene que el volumen de materia prima forestal asciende a **1,978.79** m^3 volumen total árbol, en el **Anexo II.5**_FLORA_ESTIMACION_VOLUMEN, se presenta la memoria de cálculo, en la cual se estimó el volumen maderable de los ejemplares arbóreos con diámetro normal igual o mayor a 7.5 cm.

Es importante resaltar que todo el **Proyecto** y por ende toda la superficie sujeta a **CUSTF**, se distribuye en el municipio de Campeche, por lo cual no es necesarios realizar una tabla del volumen maderable a extraer por municipio.

Tabla II. 27. Volumen del estrato arbóreo a remover en el área sujeta a CUSTF.

Nombre común	Nombre científico	Volumen (m^3) en 3,200 m^2	Volumen (m^3) en 1 ha	Volumen (m^3) en 13.021 ha
Naap che'	Agonandra macrocarpa	0.085716766	0.267864895	3.487868796
Iik´baach	Allophylus cominia	0.06305772	0.197055374	2.565858027
Bel siinik che'	Alvaradoa amorphoides	0.034111125	0.106597266	1.388003002
Sak loob che'	Ardisia escallonioides	0.059315288	0.185360274	2.413576134
Ya'ax k'iix le' che'	Bonellia macrocarpa	0.066104582	0.20657682	2.689836775
Bakal che'	Bourreria pulchra	0.302166322	0.944269757	12.29533651
Chakaj	Bursera simaruba	13.22178555	41.31807983	538.0027175
Campanilla	Cascabela gaumeri	0.054587776	0.170586801	2.221210731
Ta'may	Casearia laetioides	0.74444918	2.326403688	30.29210242
Kitam che'	Cenostigma gaumeri	2.599929765	8.124780516	105.7927671
Ch'iich' Boob	Coccoloba diversifolia	0.107640516	0.336376614	4.379959886
Chuun	Cochlospermum vitifolium	0.596940655	1.865439546	24.28988833
k'oopte'	Cordia dodecandra	3.397941899	10.61856844	138.2643796
Bojom	Cordia gerascanthus	1.670876422	5.221488819	67.98900591
Xóolte' xnuuk	Cornutia pyramidata	0.127467593	0.398336227	5.186736009
Chak te'	Coulteria mollis	0.53953681	1.686052531	21.95409001
Pak che'	Croton arboreus	0.551486253	1.723394541	22.44032032
P'e'es' kúuch	Croton reflexifolius	0.958129843	2.994155758	38.98690213
U chul che	Diospyros salicifolia	0.183955372	0.574860537	7.485259047
Boox siliil	Diospyros yatesiana	0.021322102	0.066631567	0.867609639
Tsusuk	Diphysa carthagenensis	0.396785559	1.239954871	16.14545238
Tooso	Erythroxylum confusum	0.084675779	0.26461181	3.445510376
Iik che'	Erythroxylum rotundifolium	0.369683309	1.15526034	15.04264489
Ts'iits'ilche'	Gymnopodium floribundum	0.749640958	2.342627995	30.50335912
K'ooch' kitam	Hyperbaena winzerlingii	0.241826947	0.755709208	9.840089603

Nombre común	Nombre científico	Volumen (m^3) en 3,200 m^2	Volumen (m^3) en 1 ha	Volumen (m^3) en 13.021 ha
Pomol che'	Jatropha gaumeri	0.812379669	2.538686465	33.05623646
K'anasín	Lonchocarpus rugosus	0.398615062	1.24567207	16.21989602
K'an xu'ul	Lonchocarpus xuul	2.922891009	9.134034402	118.9342619
K'askáat	Luehea speciosa	1.34449753	4.201554782	54.70844481
Tsalam	Lysiloma latisiliquum	4.195256399	13.11017625	170.7076049
Wayate'	Malpighia glabra	0.073819002	0.230684381	3.003741327
Cheechem	Metopium brownei	1.765139579	5.516061183	71.82463266
Saak kaatsim	Mimosa bahamensis	0.023698165	0.074056767	0.96429316
Ta'tsi'	Neea psychotrioides	0.059223575	0.185073672	2.409844284
Jabín	Piscidia piscipula	5.936797547	18.55249234	241.5720027
Pichiche'	Psidium oligospermum	0.055806437	0.174395116	2.270798803
K'aaxil	Randia longiloba	0.03791258	0.118476812	1.542686575
Chun tok'	Semialarium mexicanum	0.029746825	0.092958829	1.210416917
Box kaatsim	Senegalia gaumeri	0.280842723	0.87763351	11.42766593
K'an lool	Senna racemosa	0.301703651	0.942823909	12.27651012
Puuts' mukuy	Sideroxylon obtusifolium	0.30955803	0.967368845	12.59610973
K'aatal oox	Swartzia cubensis	0.326377072	1.019928351	13.28048706
K'oolok	Talisia floresii	0.401332972	1.254165538	16.33048947
Ya'axnik	Vitex gaumeri	2.060109308	6.437841588	83.82713531
Naap che'	Ximenia americana	0.065319472	0.204123351	2.657890159
Total		**48.6301607**	**151.9692522**	**1,978.791633**

La estimación del número de individuos a remover, en el tipo de vegetación y estratos encontrados, serán referidos a los propietarios en los que incide el **CUSTF** para el **Proyecto**.

Tabla II. 28. Superficie de interés para CUSTF en el Proyecto.

No	Propietario	Sup. Forestal (ha)
1	Andres Miguel (Gene Ortega)	4.076
2	El Pocito	5.713
3	San Antonio	3.232
	Total	**13.021**

Tabla II. 29. Volumen del estrato arbóreo a remover en el área sujeta a CUSTF por predio.

Nombre común	Nombre científico	Volumen (m3) en 3,200 m2	Volumen (m3) en 1 ha	Volumen (m3) rta		
				Andrés Miguel (Gene Ortega) 4.076 ha	San Antonio 3.232 ha	El pocito 5.713 ha
Naap che'	*Agonandra macrocarpa*	0.085716766	0.267864895	1.091817311	0.86573934	1.530312144
Iik´baach	*Allophylus cominia*	0.06305772	0.197055374	0.803197705	0.636882969	1.125777353
Bel siinik che'	*Alvaradoa amorphoides*	0.034111125	0.106597266	0.434490457	0.344522364	0.608990181
Sak loob che'	*Ardisia escallonioides*	0.059315288	0.185360274	0.755528479	0.599084407	1.058963248
Ya'ax k'iix le' che'	*Bonellia macrocarpa*	0.066104582	0.20657682	0.842007119	0.667656283	1.180173374
Bakal che'	*Bourreria pulchra*	0.302166322	0.944269757	3.848843529	3.051879855	5.394613122
Chakaj	*Bursera simaruba*	13.22178555	41.31807983	168.4124934	133.540034	236.0501901
Campanilla	*Cascabela gaumeri*	0.054587776	0.170586801	0.695311799	0.55133654	0.974562392
Ta'may	*Casearia laetioides*	0.74444918	2.326403688	9.482421433	7.51893672	13.29074427
Kitam che'	*Cenostigma gaumeri*	2.599929765	8.124780516	33.11660538	26.25929063	46.41687109
Ch'iich' Boob	*Coccoloba diversifolia*	0.107640516	0.336376614	1.371071077	1.087169215	1.921719593
Chuun	*Cochlospermum vitifolium*	0.596940655	1.865439546	7.60353159	6.029100613	10.65725613
k'oopte'	*Cordia dodecandra*	3.397941899	10.61856844	43.28128494	34.31921318	60.66388147
Bojom	*Cordia gerascanthus*	1.670876422	5.221488819	21.28278843	16.87585186	29.83036562
Xóolte' xnuuk	*Cornutia pyramidata*	0.127467593	0.398336227	1.62361846	1.287422685	2.275694863
Chak te'	*Coulteria mollis*	0.53953681	1.686052531	6.872350118	5.449321782	9.632418112
Pak che'	*Croton arboreus*	0.551486253	1.723394541	7.02455615	5.570011158	9.845753015
P'e'es' kúuch	*Croton reflexifolius*	0.958129843	2.994155758	12.20417887	9.677111411	17.10561185
U chul che	*Diospyros salicifolia*	0.183955372	0.574860537	2.343131547	1.857949254	3.284178246
Boox siliil	*Diospyros yatesiana*	0.021322102	0.066631567	0.271590269	0.215353226	0.380666144

Nombre común	Nombre científico	Volumen (m3) en 3,200 m2	Volumen (m3) en 1 ha	Volumen (m3) rta		
				Andrés Miguel (Gene Ortega) 4.076 ha	San Antonio 3.232 ha	El pocito 5.713 ha
Tsusuk	*Diphysa carthagenensis*	0.396785559	1.239954871	5.054056056	4.007534144	7.08386218
Tooso	*Erythroxylum confusum*	0.084675779	0.26461181	1.078557737	0.85522537	1.51172727
Iik che'	*Erythroxylum rotundifolium*	0.369683309	1.15526034	4.708841147	3.73380142	6.600002324
Ts'iits'ilche'	*Gymnopodium floribundum*	0.749640958	2.342627995	9.548551708	7.57137368	13.38343374
K'ooch' kitam	*Hyperbaena winzerlingii*	0.241826947	0.755709208	3.080270734	2.442452162	4.317366708
Pomol che'	*Jatropha gaumeri*	0.812379669	2.538686465	10.34768603	8.205034654	14.50351577
K'anasín	*Lonchocarpus rugosus*	0.398615062	1.24567207	5.077359355	4.026012129	7.116524533
K'an xu'ul	*Lonchocarpus xuul*	2.922891009	9.134034402	37.23032422	29.52119919	52.18273854
K'askáat	*Luehea speciosa*	1.34449753	4.201554782	17.12553729	13.57942505	24.00348247
Tsalam	*Lysiloma latisiliquum*	4.195256399	13.11017625	53.43707838	42.37208963	74.89843689
Wayate'	*Malpighia glabra*	0.073819002	0.230684381	0.940269538	0.74557192	1.31789987
Cheechem	*Metopium brownei*	1.765139579	5.516061183	22.48346538	17.82790974	31.51325754
Saak kaatsim	*Mimosa bahamensis*	0.023698165	0.074056767	0.301855381	0.23935147	0.423086308
Ta'tsi'	*Neea psychotrioides*	0.059223575	0.185073672	0.754360287	0.598158108	1.057325889
Jabín	*Piscidia piscipula*	5.936797547	18.55249234	75.61995876	59.96165523	105.9903887
Pichiche'	*Psidium oligospermum*	0.055806437	0.174395116	0.710834492	0.563645014	0.996319297
K'aaxil	*Randia longiloba*	0.03791258	0.118476812	0.482911487	0.382917058	0.676858029
Chun tok'	*Semialarium mexicanum*	0.029746825	0.092958829	0.378900188	0.300442936	0.531073792
Box kaatsim	*Senegalia gaumeri*	0.280842723	0.87763351	3.577234186	2.836511504	5.013920242
K'an lool	*Senna racemosa*	0.301703651	0.942823909	3.842950254	3.047206875	5.386352994
Puuts' mukuy	*Sideroxylon obtusifolium*	0.30955803	0.967368845	3.942995411	3.126536106	5.52657821

[redacted]

Nombre común	Nombre científico	Volumen (m3) en 3,200 m2	Volumen (m3) en 1 ha	Volumen (m3) rta		
				Andrés Miguel (Gene Ortega) 4.076 ha	San Antonio 3.232 ha	El pocito 5.713 ha
K'aatal oox	*Swartzia cubensis*	0.326377072	1.019928351	4.15722796	3.296408431	5.826850671
K'oolok	*Talisia floresii*	0.401332972	1.254165538	5.111978732	4.053463018	7.165047717
Ya'axnik	*Vitex gaumeri*	2.060109308	6.437841588	26.24064231	20.80710401	36.77938899
Naap che'	*Ximenia americana*	0.065319472	0.204123351	0.832006781	0.659726672	1.166156707
Total		**48.6301607**	**151.9692522**	**619.4266719**	**491.164623**	**868.2003377**

[redacted]

La tabla anterior especifica el volumen maderable a extraer por predio o propietario, aunque dicha informacion extrictamente no es requerida, toda vez que los residuos forestales maderables no se contemplan comercializar, sino que se contempla la trituracion del material vegetal.

Tabla II. 30. Cantidad de ejemplares arbóreos existentes en el área sujeta a CUSTF.

Nombre científico	Cantidad de ejemplares registrados en 3,200 m^2	Cantidad en 1 ha	Proyección en las 13.021 ha
Agonandra macrocarpa	3	9	122
Allophylus cominia	1	3	41
Alvaradoa amorphoides	1	3	41
Ardisia escallonioides	1	3	41
Bonellia macrocarpa	1	3	41
Bourreria pulchra	6	19	244
Bursera simaruba	29	91	1180
Cascabela gaumeri	2	6	81
Casearia laetioides	6	19	244
Cenostigma gaumeri	6	19	244
Coccoloba diversifolia	3	9	122
Cochlospermum vitifolium	3	9	122
Cordia dodecandra	5	16	203
Cordia gerascanthus	2	6	81
Cornutia pyramidata	1	3	41
Coulteria mollis	5	16	203
Croton arboreus	8	25	326
Croton reflexifolius	10	31	407
Diospyros salicifolia	3	9	122
Diospyros yatesiana	1	3	41
Diphysa carthagenensis	6	19	244
Erythroxylum confusum	1	3	41
Erythroxylum rotundifolium	4	13	163
Gymnopodium floribundum	19	59	773
Hyperbaena winzerlingii	5	16	203
Jatropha gaumeri	8	25	326
Lonchocarpus rugosus	3	9	122
Lonchocarpus xuul	29	91	1180
Luehea speciosa	11	34	448
Lysiloma latisiliquum	6	19	244
Malpighia glabra	2	6	81
Metopium brownei	9	28	366

Nombre científico	Cantidad de ejemplares registrados en 3,200 m^2	Cantidad en 1 ha	Proyección en las 13.021 ha
Mimosa bahamensis	1	3	41
Neea psychotrioides	2	6	81
Piscidia piscipula	22	69	895
Psidium oligospermum	1	3	41
Randia longiloba	1	3	41
Semialarium mexicanum	1	3	41
Senegalia gaumeri	3	9	122
Senna racemosa	3	9	122
Sideroxylon obtusifolium	3	9	122
Swartzia cubensis	3	9	122
Talisia floresii	3	9	122
Vitex gaumeri	6	19	244
Ximenia americana	2	6	81
	251	**784**	**1,0213**

C.1.1. Renuevos en el estrato arbóreo

Para la estimación de existencias de renuevos de especies arbóreas se realizó el conteo en el cuadrante de 10 X 10 m (100m^2), con el objetivo de contar con información útil para estimar la cantidad de ejemplares susceptibles a ser rescatados. Se estima que en el área sujeta a **CUSTF** existe aproximadamente un total de 72,918 individuos.

Tabla II. 31. Cantidad de renuevos del estrato arbóreo presentes en el área sujeta a CUSTF.

Nombre científico	Cantidad de ejemplares registrados en 800 m2	Cantidad por 1 ha	Proyección en las 13.021 ha
Albizia tomentosa	3	38	488
Allophylus cominia	25	313	4069
Alvaradoa amorphoides	1	13	163
Ardisia escallonioides	6	75	977
Bauhinia ungulata	9	113	1465
Bonellia macrocarpa	2	25	326
Bourreria pulchra	2	25	326
Bursera simaruba	5	63	814
Cascabela gaumeri	5	63	814
Casearia corymbosa	2	25	326
Casearia laetioides	6	75	977
Cecropia peltata	4	50	651
Cenostigma gaumeri	1	13	163
Chrysophyllum mexicanum	5	63	814

Nombre científico	Cantidad de ejemplares registrados en 800 m2	Cantidad por 1 ha	Proyección en las 13.021 ha
Coccoloba diversifolia	26	325	4232
Coccoloba spicata	5	63	814
Cochlospermum vitifolium	1	13	163
Cordia dodecandra	1	13	163
Cordia gerascanthus	1	13	163
Cornutia pyramidata	4	50	651
Coulteria mollis	6	75	977
Croton arboreus	15	188	2441
Croton reflexifolius	11	138	1790
Diospyros anisandra	43	538	6999
Diospyros yatesiana	6	75	977
Diphysa carthagenensis	1	13	163
Erythroxylum confusum	6	75	977
Erythroxylum rotundifolium	4	50	651
Eugenia axillaris	3	38	488
Gliricidia maculata	1	13	163
Godmania aesculifolia	3	38	488
Guettarda gaumeri	14	175	2279
Gymnopodium floribundum	15	188	2441
Hamelia patens	3	38	488
Hampea trilobata	9	113	1465
Havardia albicans	1	13	163
Hyperbaena winzerlingii	3	38	488
Jatropha gaumeri	5	63	814
Leucaena leucocephala	2	25	326
Lonchocarpus rugosus	37	463	6022
Lonchocarpus xuul	17	213	2767
Luehea speciosa	6	75	977
Lysiloma latisiliquum	1	13	163
Maclura tinctoria	3	38	488
Metopium brownei	4	50	651
Mimosa bahamensis	2	25	326
Neea psychotrioides	42	525	6836
Piscidia piscipula	7	88	1139
Psidium oligospermum	10	125	1628
Randia longiloba	1	13	163
Randia truncata	2	25	326

Nombre científico	Cantidad de ejemplares registrados en 800 m2	Cantidad por 1 ha	Proyección en las 13.021 ha
Sapranthus campechianus	1	13	163
Semialarium mexicanum	1	13	163
Senegalia gaumeri	5	63	814
Senna racemosa	9	113	1465
Sideroxylon obtusifolium	11	138	1790
Solenandra mexicana	5	63	814
Swartzia cubensis	2	25	326
Talisia floresii	4	50	651
Thouinia paucidentata	2	25	326
Trema micranthum	2	25	326
Vitex gaumeri	8	100	1302
Ximenia americana	1	13	163
	448	**5,600**	**72,918**

C.1.2. Estrato arbustivo

Conforme al muestreo y los cálculos dasométricos realizados para el área de **CUSTF**, se estima que en el total se removerá un total de 52,572 individuos. Para este estrato no se calculó volumen maderable, debido a que los ejemplares presentan diámetros a la base inferiores a 6 centímetros.

Tabla II. 32. Individuos del estrato arbustivo presentes en el área sujeta a CUSTF

Nombre científico	Cantidad de ejemplares registrados en 800 m^2	Cantidad por 1 ha	Proyección en las 13.021 ha
Aphelandra scabra	18	225	2930
Astrocasia tremula	3	38	488
Attilaea Abalak	2	25	326
Ayenia fasciculata	83	1038	13509
Bauhinia divaricata	7	88	1139
Bunchosia swartziana	30	375	4883
Calea ternifolia	7	88	1139
Callicarpa acuminata	3	38	488
Casearia nitida	3	38	488
Casearia yucatanensis	7	88	1139
Chiococca alba	2	25	326
Chiococca motleyana	2	25	326
Cnidoscolus aconitifolius	8	100	1302
Croton flavens	9	113	1465
Eumachia microdon	4	50	651

Nombre científico	Cantidad de ejemplares registrados en 800 m²	Cantidad por 1 ha	Proyección en las 13.021 ha
Galactia striata	6	75	977
Helicteres baruensis	2	25	326
Hibiscus clypeatus	2	25	326
Lasiacis divaricata	25	313	4069
Machaerium biovulatum	2	25	326
Malvaviscus arboreus	13	163	2116
Morinda royoc	2	25	326
Otopappus scaber	9	113	1465
Pisonia aculeata	4	50	651
Psychotria nervosa	2	25	326
Ruellia paniculata	52	650	8464
Solanum hirtum	3	38	488
Tabernaemontana amygdalifolia	3	38	488
Vachellia cornigera	10	125	1628
	323	**4038**	**52,572**

C.1.3. Estrato de Palmas

Para este tipo de estrato, se estima que en área sujeta a **CUSTF** se removerá, un total de 1,424 individuos de únicamente una especie, como se desglosa a continuación y en el **Anexo II.5**_FLORA_ESTIMACION_VOLUMEN, se presenta la memoria de cálculo.

Tabla II. 33. Individuos del estrato de palmas a remover en el área sujeta a CUSTF.

Nombre científico	Cantidad de ejemplares registrados en 3,200 m²	Cantidad por 1 ha	Proyección en las 13.021 ha
Sabal mexicana	35	109	1,424

Se hace la aclaración; que para la única especie registrada en este estrato (*Sabal mexicana*) no se realizó la estimación del volumen maderable, toda vez que el estípite de las palmas no es considerado como material vegetal maderable, aun así, se especifica de que el porte de los ejemplares registrados fueron relativamente pequeño (diámetros a la base de 1 a 2 cm en su gran mayoría), A continuación, se agrega el filtro donde se especifica las alturas y diámetros basales de ejemplares registrados en el área del **Proyecto** (área sujeta a **CUSTF**).

Tabla II. 34. Características de los ejemplares de Sabal mexicana identificados en los sitios de muestreo en el AP.

Nombre científico	Altura (m)	Diámetro normal (cm)	Diámetro basal (cm)
Sabal mexicana	*2.5*	0	*3*
Sabal mexicana	*1.1*	0	*1*
Sabal mexicana	*1.6*	0	*1*

Nombre científico	Altura (m)	Diámetro normal (cm)	Diámetro basal (cm)
Sabal mexicana	*0.8*	0	*1*
Sabal mexicana	*1.8*	0	*1*
Sabal mexicana	*1*	0	*1*
Sabal mexicana	*3.5*	0	*3*
Sabal mexicana	*1.4*	0	*2*
Sabal mexicana	*1.3*	0	*1*
Sabal mexicana	*1*	0	*1*
Sabal mexicana	*1*	0	*1*
Sabal mexicana	*1*	0	*1*
Sabal mexicana	*1.3*	0	*1*
Sabal mexicana	*1.8*	0	*2*
Sabal mexicana	*1*	0	*1*
Sabal mexicana	*1*	0	*1*
Sabal mexicana	*2.2*	0	*2*
Sabal mexicana	*1.6*	0	*2*
Sabal mexicana	*1.5*	0	*2*
Sabal mexicana	*2*	0	*1*
Sabal mexicana	*3.2*	0	*2*
Sabal mexicana	*0.6*	0	*1*
Sabal mexicana	*0.8*	0	*1*
Sabal mexicana	*8.5*	12	*28*

C.1.4. Estrato de herbáceas

Para este tipo de vegetación y estrato, se estima que en el área sujeta a **CUSTF** se removerá, un total de 1,172,338 individuos de 14 especies, como se desglosa a continuación en el **Anexo II.5**_FLORA_ESTIMACION_VOLUMEN, se presenta la memoria de cálculo.

Tabla II. 35. Individuos del estrato herbáceo en el área sujeta a CUSTF.

Nombre científico	Cantidad de ejemplares registrados en 8 m^2	Cantidad por 1 ha	Proyección en las 13.021 ha
Bignonia diversifolia	21	26250	341801
Bignonia potosina	15	18750	244144
Bromelia pinguin*	11	34	448
Canavalia brasiliensis	4	5000	65105
Ctenodon fascicularis	2	2500	32553
Dioscorea densiflora	2	2500	32553
Elytraria imbricata	2	2500	32553
Fridericia floribunda	3	3750	48829
Gouania lupuloides	1	1250	16276
Petiveria alliacea	2	2500	32553
Schnella herrerae	3	3750	48829
Scleria litosperma	13	16250	211591
Serjania adiantoides	1	1250	16276

Nombre científico	Cantidad de ejemplares registrados en 8 m^2	Cantidad por 1 ha	Proyección en las 13.021 ha
Tragia yucatanensis	3	3750	48829
	83	**90,034**	**1,172,338**

D. Estimación de existencias totales de recursos forestales no maderables.

D.1. Tierra de orgánica

El recurso no maderable demandado en la región, es la tierra de monte (arena con suelo orgánico y hojarasca).

Metodología de cálculo

Dato: Para su estimación cuantitativa se tomó como dato: La superficie forestal solicitada para el **CUSTF** (13.021 hectáreas).

Variables: El espesor o profundidad del suelo orgánico en cada sitio de muestreo denominado MO. Tomado durante el inventario florístico en campo.

Captura de datos: Se procedió a concentrar o capturar en una hoja de cálculo (Excel) los datos por sitio por cada variable, como se ilustra en la siguiente tabla, donde la columna de total es la suma de los datos de las dos variables por sitio de muestreo.

Tabla II. 36. Datos de la tierra de monte.

Sitio	MO (cm)	Grosor de hojarasca (cm)	Total
1	2	0.5	2.5
2	2	0.5	2.5
3	2	0.5	2.5
4	2	0.5	2.5
5	2	0.5	2.5
6	2	0.5	2.5
7	2	0.5	2.5
8	2	0.5	2.5
Promedio			**2.5**

Considerando la afectación a terreno forestal de 13.021 hectáreas para los que se solicita el **CUSTF**, se tiene que el volumen de suelo orgánico o tierra de monte como prima forestal es de 3,255.525 m^3 (obtenido de multiplicar la superficie de **CUSTF** expresado en m^2 por la profundidad del suelo orgánico en metros lineales) como se ilustra en la siguiente tabla. Así como en el **Anexo II.6** CALCULO TIERRA ORGANICA.

Tabla II. 37. Volumen de tierra de orgánica.

Superficie (ha)		Profundidad del suelo orgánico		Volumen (m^3)
ha	(m^2)	cm	m	
13.021	13,0210	2.5	0.025	3,255.250

E. Destino final de las materias primas forestales

El volumen de madera que se obtenga no será comercializado, así mismo los demás ejemplares destinados a remover no serán comercializados, sino que el material vegetal resultante será triturado e incorporado a áreas de mitigación y compensación.

Con base a lo indicado, las especies reportadas carecen de un valor económico que facilite su comercialización; a excepción de algunas especies maderables, y con ello la obtención de un valor monetario, de tal manera que las especies vegetales que sean removidas durante el desmonte, se realizará el picado y esparcido para cubrir y propiciar la revegetación en las áreas donde se propone realizar los trabajos de reubicación de flora y, con el fin de facilitar el establecimiento y crecimiento de la vegetación natural, para proteger el suelo..

Al no comercializar la materia prima derivada del **CUSTF**, no se realizará el trámite de la documentación para acreditar la legal procedencia de las materias primas forestales (remisiones forestales).

F. Literatura consultada

CONACYT-CONAFOR. 2016. Modelos Biométricos, Proyecto "Sistema biométrico para la planeación del manejo forestal en ecosistemas con potencial productivo en México", financiado con recursos del Fondo Sectorial CONACYT-CONAFOR, 2016. http://fcfposgrado.ujed.mx/sibifor/inicio/.

II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo

Resulta importante estimar una valoración económica por motivos sociales, económicos y ecológicos y tal importancia radica en el intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos naturales independientemente de que si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo.

El objetivo primordial al formular estudios que valoren económicamente los bienes y servicios ambientales es establecer una medida monetaria del valor económico generado por el flujo de bienes y servicios no comercializables, derivados de los recursos naturales. Esta medida constituye una aproximación de los beneficios que genera para la sociedad una asignación del recurso a un óptimo social o privado. La integración del crecimiento económico y la protección ambiental está estrechamente asociada al concepto de desarrollo sustentable que tiene como premisa el equilibrio entre la actividad económica, los sistemas biofísicos y la calidad de vida de la sociedad. Mantener ese equilibrio implica conocer y dar valor a los costos y efectos

negativos, así como a los beneficios, que se producen por la selección de las actividades económicas y los patrones de consumo relacionados con la diversidad biológica y el valor de su uso, agotamiento o degradación, incorporándolos en los costos y beneficios, en términos de la capacidad futura de la economía y de la sociedad.

La actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos. La ausencia de esta valoración permitió que durante mucho tiempo sólo se asumieran decisiones basadas en las estrictas señales de mercado (cuando existen mercados formales o que proporcionan elementos para su seguimiento) o en las necesidades primarias del desarrollo. En este sentido el problema se refleja en la distorsión de precios en mercados subsidiados y como consecuencia se han generado incentivos para el uso excesivo de los recursos, propiciando así su escasez.

A. Clasificación para la valoración económica

En función del beneficio que aportan a la sociedad es que se basa la clasificación para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad está. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futura generación y los valores referidos a una convicción ética.

La clasificación económica fue tomada de Munasinghe M. y E. Lutz (1993) que reconoce los valores de uso y de no uso. Claramente, los valores descritos en ésta varían de acuerdo con el ecosistema, área, hábitat o especie al que se quieran aplicar, no sólo en cuanto al valor mismo, sino en cuanto a la aplicabilidad del concepto. Los valores de uso se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera, la explotación pesquera, la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales, la recolección de leña y el pastoreo, entre otras) o de su recepción por individuos (ecoturismo y/o actividades recreativas). Algunas clasificaciones subdividen el valor directo en valor de uso extractivo y de uso no extractivo. El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

Considerando que el valor de opción se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta. Por ejemplo, el uso potencial de plantas para fines farmacéuticos, para la obtención de nuevas materias primas o de especímenes para el control biológico de plagas, y para el avance del conocimiento humano sobre la vida en nuestro hábitat. En adición a los valores de uso actuales o potenciales, los valores de no uso se subdividen en valor de herencia y valor de existencia. El primero se refiere al valor de legar los beneficios del recurso a las generaciones futuras, este valor implica un sentido de pertenencia o propiedad. El segundo es el valor de un bien ambiental y es asignado simplemente porque existe: este valor es de orden ético, con implicaciones estéticas, culturales o religiosas. La clasificación de la tipología del valor de los usos de un ecosistema se presenta a continuación:

Tabla II. 38. Técnicas de valoración mediante los precios del mercado.

Técnicas de valoración	Ventajas	Inconvenientes
Emplea los precios corrientes de los bienes y servicios comercializados en los mercados nacionales e internacionales	Los precios de mercado reflejan la disposición de los particulares a pagar por los beneficios y costos comerciales de los recursos biológicos (pescado, madera, leña, recreación) y se pueden emplear para hacer cuentas financieras a fin de comparar los usos alternativos de los recursos desde la óptica de la persona o empresa privada de que se trate y las ganancias y pérdidas privadas. Los datos relativos a los precios son relativamente fáciles de conseguir.	Las imperfecciones de los mercados y/o los fallos de las políticas pueden distorsionar los precios de mercado, en cuyo caso no reflejan el valor económico de los bienes y servicios para la sociedad en conjunto. Las variaciones estacionales y otros efectos en los precios deben tenerse en cuenta cuando se emplean precios de mercado en análisis económicos.

Tabla II. 39. Técnicas de valoración mediante los precios económicos (sombra).

Técnicas de valoración	Ventajas	Inconvenientes
Empleo de precios de mercado ajustados teniendo en cuenta los pagos de transferencia, las imperfecciones del mercado y las distorsiones derivadas Los precios económicos reflejan el valor económico Inconvenientes Es complicado deducir los precios económicos y esto puede exigir muchos datos. de las políticas. Cuando se da cabida explícitamente al factor equidad, se pueden ponderar también los efectos en la distribución. Además, se pueden calcular precios sombra de bienes que no son objeto de comercio.	Los precios económicos reflejan el valor económico real o costo de oportunidad para toda la sociedad de los bienes y servicios comercializados en los mercados nacionales e internacionales (pescado, leña, madera, entre otros)	Es complicado deducir los precios económicos y esto puede exigir muchos datos. Según parece es posible que los precios artificiales no sean aceptados por los decisores.

También existen otras técnicas como la del cambio de productividad. Por ejemplo, la pérdida de un ecosistema puede disminuir la productividad agrícola al degradarse los servicios ambientales prestados por ellos, tales como la conservación del suelo y el agua, el control de inundaciones o la protección contra el viento.

El costo de oportunidad o el valor neto de la producción perdida se convierte en una medida de valor del servicio ambiental del bosque para la agricultura. Esta valoración se hace sobre los precios de mercado de la producción perdida por la disminución de productividad. La ganancia perdida se puede considerar como la máxima disposición de los agricultores de pagar para evitar el daño.

Este método puede ser usado para la valoración del uso indirecto. Otras estrategias es utilizar un mercado sustituto, obteniéndose una curva de demanda subrogada. Se utiliza la información de precios en mercados reales para calcular de manera indirecta los beneficios de los bienes o servicios de la biodiversidad para los cuales no existen mercados.

Algunas técnicas utilizadas son las de gastos de viaje, métodos hedónicos, gastos defensivos y otros. En el método de los precios hedónicos, es separado el componente ambiental y se compara el precio de mercado del bien con otro que carezca de los atributos ambientales. Por ejemplo, el valor de un bien inmueble por encontrarse en un bosque o en un sitio con paisaje natural excepcional.

Tabla II. 40. Técnicas de valoración por el método de los precios hedónicos.

Técnicas de valoración	Ventajas	Inconvenientes
El valor recreativo del medio ambiente (paisaje) se deduce de los mercados de bienes raíces o de trabajo. La premisa básica es que el valor nominal de un bien raíz (o salario) refleja una corriente de beneficios (o las condiciones de trabajo) y que es posible aislar el valor de la característica ambiental u oportunidad recreativa de que se trate.	Es posible que los precios hedónicos sirvan para valorar algunas funciones de los recursos biológicos (protección contra tormentas, recarga de acuíferos) en términos de su impacto en el valor de las tierras, en el supuesto de que las funciones se reflejen plenamente en los precios de la tierra.	Para aplicar precios hedónicos a las funciones ambientales, es preciso que estos valores se reflejen en mercados sustitutivos. En caso de distorsión de los mercados o de que los ingresos condicionen las posibilidades de elegir, la información sobre las condiciones ambientales no se difunda ampliamente, escaseen los datos, es posible que disminuyan las posibilidades de aplicar este método.

Método de gastos de viaje.

Estos gastos se usan como una aproximación para valorar sitios recreacionales a través del gasto que efectuarán los visitantes. El método sirve para valorar algunos usos directos como la recreación o el deporte. Las visitas por individuo se definen como una función de los gastos de viaje y de las condiciones socioeconómicas del usuario. Se realizan observaciones de las visitas realizadas tomando en cuenta las distancias de viaje. De esas observaciones, se deriva una curva de demanda y se obtiene la disposición del usuario a pagar por el servicio (Perrings C. et al., 1995).

Tabla II. 41. Técnicas de valoración por el método del costo del viaje.

Técnicas de valoración	Ventajas	Inconvenientes
El valor recreativo del medio ambiente (paisaje) se deduce de los mercados de bienes raíces o de trabajo. La premisa básica es que el valor nominal de un bien raíz (o salario) refleja una corriente de beneficios (o las condiciones de trabajo) y que es posible aislar el valor de la característica ambiental u oportunidad recreativa de que se trate.	Es posible que los precios hedónicos sirvan para valorar algunas funciones de los recursos biológicos (protección contra tormentas, recarga de acuíferos) en términos de su impacto en el valor de las tierras, en el supuesto de que las funciones se reflejen plenamente en los precios de la tierra.	Para aplicar precios hedónicos a las funciones ambientales, es preciso que estos valores se reflejen en mercados sustitutivos. En caso de distorsión de los mercados o de que los ingresos condicionen las posibilidades de elegir, la información sobre las condiciones ambientales no se difunda ampliamente, escaseen los datos, es posible que disminuyan las posibilidades de aplicar este método.

El método de los gastos preventivos y defensivos se usa para medir los gastos de gobiernos, empresas y particulares para reducir los efectos ambientales no deseados. En este método se interpretan los gastos como un indicador de los beneficios ambientales resultantes.

El método, sin embargo, debe considerar la existencia de gastos efectuados en virtud de normas obligatorias, que pueden distorsionar el valor del beneficio obtenido. Para el caso del presente Documento Técnico Unificado, se empleó el método de mercados reales, ya que se cuenta con más información para su desarrollo y es el que mejor se adapta para el presente estudio. Es importante señalar que en la superficie forestal delimitada en el presente **DTU-BR**, la vegetación que se verá afectada presenta características propias de ecosistemas semiáridos, por lo que la estimación económica se llevará a cabo con los elementos que conforman este tipo de vegetación. Para proceder a la valoración económica de los recursos biológicos forestales a afectar, fue necesario realizar una investigación bibliográfica de las especies presentes en la superficie sujeta a **CUSTF**; asimismo, se consultaron los precios en mercados locales (en caso de ser comercializadas).

A.1. Estimación del valor económico de los recursos biológicos por especie, sean estos maderables o no maderables, independientemente si los productos resultantes son o no comercializables.

A.1.1. Estimación económica de los recursos biológicos por especie maderables

Para la estimación económica de los recursos biológicos forestales maderables se consideró su estimación como madera en rollo, dado que es el producto principal obtenido. Para ello se consideraron los precios presentados por la Comisión Nacional Forestal (**CONAFOR**) en el Reporte semestral del Sistema de Precios de productos forestales (**SIPRE**), reportados en el segundo semestre del 2025. El precio de la madera tropical que se consideró para los cálculos de los productos forestales fue el correspondiente al "precio libre a bordo de brecha en el predio", que a nivel nacional es estimado en $3,760 por m^3 (otras especies tropicales). De esta manera, a partir de los trabajos de campo realizados como parte del diagnóstico ambiental para el área de **CUSTF**, en conjunto suman un volumen total de 1,229.6806 m^3 (por sus dimensiones únicamente se obtuvo el volumen arbóreo), por lo que la estimación económica de este recurso es de $4,602,606.16.

Tabla II. 42. Estimación de los costos según existencias y volumen total.

Volumen total m^3 VTA	Precio del m^3 ($)	Costo total de madera ($)
1,978.791633	$3,760	**$7,440,256.54**

A manera de referencia se estima que el monto económico de los recursos maderables presentes en el área sujeta a **CUSTF** asciende a **$7,440,256.54.**

A.1.2. Estimación económica de los recursos biológicos por especie no maderables.

Para la estimación económica de la vegetación no maderable se consideró el costo de los ejemplares de acuerdo con su uso local y los posibles usos de estos, también se tomó en cuenta el Herbario Virtual de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**). Otro

criterio para asignar costos económicos a los ejemplares vegetales fue considerando el precio de mercado como especies de ornamento, para el caso de las cactáceas, trepadoras y epifitas se manejó un valor promedio.

Con base el trabajo de campo realizado en la siguiente tabla se presenta de manera resumida la cantidad estimada de individuos presentes en el área sujeta a **CUSTF**, así como su valor o precio económico asignado, para así obtener una estimación economía de los recursos existentes.

Tabla II. 43. Estimación de los costos de acuerdo a la forma de vida.

Forma de vida	Cantidad de ejemplares	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Renuevos Arbóreo	72918	$30.00	$2,187,528.00
Arbustivo	52572	$80.00	$4,205,783.00
Palmas	1424	$92.00	$131,023.81
Herbáceas	1,172,338	$1.00	$1,172,337.60
Total			$7,696,672.41

A manera de referencia se estima que el monto económico de los recursos no maderables presentes en el área sujeta a **CUSTF** asciende a **$7,696,672.41**.

Tomando en consideración la estimación de costos de recursos maderables y no maderables para el área sujeta a **CUSTF**, se tiene que el monto económico total de los recursos asciende a $ 15,136,928.95.

Tabla II. 44. Estimación de los recursos biológicos forestales.

RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES	Costo total ($)
Recursos maderables	$ 7,440,256.54
Recursos no maderables	$7,696,672.41
Total	**$ 15,136,928.95**

A.1.3. Estimación económica de la fauna silvestre presente en la superficie sujeta a CUSTF.

La conservación de la flora y fauna silvestre de México debe ser considerada como una inversión que permita asegurar el futuro de nuestro país. Se da por hecho que es un asunto de índole moral, ético e incluso estético por encima de ser también de naturaleza económica y social. Los diversos usos, valores e importancias que históricamente, y hoy en día, se les reconocen y confieren a la fauna de vertebrados terrestres han sido elementos determinantes para la evolución del género humano (Pérez-Gil Salcido, et. al. 1996).

Este conocimiento ha variado a través de la historia, región y etnia, además también por moda, con variaciones de enfoque de los avances en otros ámbitos como la ciencia y la tecnología los cuales

han revelado nuevas posibilidades o variantes de uso, o bien han permitido la eliminación por sustitución o desplazamiento de otros.

Las especies de vertebrados terrestres tienen distintos valores, son importantes como un seguro de subsistencia de muchas poblaciones de nuestro país, las que poseen menos recursos económicos. La gran mayoría de los pobladores de las zonas rurales de escasos recursos habitan en áreas ecológicamente ricas, cultivan tierras marginales no aptas para la actividad agrícola y para subsistir dependen de forma directa de los recursos silvestres locales (agua, leña, forraje, material de construcción, carne de monte, pieles, huesos, frutas, peces, fibras, plantas medicinales, hongos, resinas, miel, etc.) en proporciones que es necesario cuantificar, dado que muchos de estos aspectos aún son desconocidos (Pérez-Gil Salcido, et. al. 1996).

A lo largo de la historia de México, la fauna silvestre ha interactuado con diferentes grupos humanos que dependían de usarlos como recurso. Esto dio como resultado una gran diversidad de usos y actividades, dependiendo de las percepciones en cuanto a la importancia y el valor asignado a la fauna silvestre del país (Pérez-Gil Salcido, et. al. 1996). La palabra "uso" hace referencia a todas aquellas actividades a través de las cuales los seres humanos obtienen algún beneficio, ganancia, fruto o disfrute de elementos de fauna silvestre, en este sentido se reconocen cuatro tipos de valores para los vertebrados terrestres de México: valor de uso, valor de cambio, valor potencial o de opción y valor intrínseco o de existencia.

En la siguiente tabla (tomada de Pérez-Gil Salcido et. al., 1996) se describen brevemente cada uno de los valores reconocidos en la República Mexicana:

Tabla II. 45. Clasificación de los valores de la fauna silvestre.

Valor de uso	Valor de cambio	Valor de opción	Valor de existencia
Existen valores tangibles que la gente obtiene de los recursos naturales para su subsistencia cotidiana. Algunas de estas personas pertenecen a grupos que tradicionalmente han venido utilizando y consumiendo en caso particular a los vertebrados terrestres. En estos casos el valor de uso puede estar representado por su utilización como alimento o como proveedor de elementos para la confección de telas, utensilios etc.	Con el valor de cambio nos estamos refiriendo a su valor como bien u objeto de intercambio comercial, trueque, venta o renta incluso. El comercio de mascotas o el mercado de aves y de ornato son ejemplos muy claros de este tipo de valor de la fauna silvestre.	Por valor de opción o potencial nos estamos refiriendo a la sumatoria de las alternativas u opciones de actividades, bienes, usos, y servicios futuros de los vertebrados terrestres. Muchos de esos posibles usos futuros son obviamente hoy desconocidos. Un clásico ejemplo al respecto lo ha sido el referirse al valor potencial de material genético de las especies silvestres.	Con valor de existencia nos referimos a su valor intrínseco, a su valor por sí mismos como seres vivos (desde el punto de vista ecológico y ético), parte de nuestra herencia y patrimonio natural y cultural. Este valor de existencia mezcla otras percepciones mucho más delicadas como las consideraciones de corte moral, estético, ético y también las místicas y religiosas

De acuerdo con lo anterior, el valor económico que es posible asignar a la fauna varía de acuerdo con los usos y grados de intervención por parte del hombre y, en este sentido, el valor económico designado para las especies de fauna registradas en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo fue con relación a lo descrito (Pérez-Gil Salcido, et. al. 1996); se les asignó un valor económico dependiendo del uso que se le puede dar o se le da a cada especie de fauna silvestre registrada en la superficie sujeta a **CUSTF** obteniendo lo siguiente:

No existe un precio establecido designado a cada especie de fauna silvestre en nuestro país, son pocas las especies que tienen un valor económico en el mercado, siendo principalmente comercializadas para el uso ornamental (como mascotas) y como recurso alimenticio.

Las especies registradas no presentan un precio establecido, si bien algunas aves pueden comercializarse para la cetrería o con fines ornamentales, su venta no está regulada; así como la venta de carne.

La mayoría de las especies presentan únicamente un valor biológico por el papel que desarrollan en su entorno y ciclo de vida, desde carroñeros, dispensadores de semillas, carnívoros. Cada especie desarrolla un papel importante en la cadena trófica de la vida, por lo que no se le puede dar un valor económico.

Fauna silvestre

Tomando como referencia los resultados obtenidos durante el trabajo de campo por parte de los especialistas en el tema de fauna silvestre, fueron identificadas 52 especies, sumando 1,079 registros, las estimaciones aproximadas indican que el costo total de ellos asciende a $1,260,480.00 pesos.

Tabla II. 46. Ejemplares de aves identificados según número de individuos, precio unitario y costo total.

Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Amazona albifrons	Loro frente blanca	Nativa	Pr	LC	II	226	$ 5,000.00	$ 1,130,000.00
Astur bicolor	Gavilán bicolor	Nativa	A	LC	II	4	$ 5,000.00	$ 20,000.00
Cathartes aura	Zopilote aura	Nativa	*	LC	*	12	$ 1,500.00	$ 18,000.00
Chlorestes candida	Colibrí cándido	Nativa	*	LC	II	2	$ 800.00	$ 1,600.00
Claravis pretiosa	Tórtola azul	Nativa	*	LC	*	3	$ 150.00	$ 450.00
Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	Nativa	*	LC	*	3	$ 150.00	$ 450.00
Columbina talpacoti	Tortolita Canela	Nativa	*	LC	*	3	$ 150.00	$ 450.00
Coragyps atratus	Zopilote común	Nativa	*	LC	*	2	$ 1,500.00	$ 3,000.00
Cyanocorax morio	Piapia	Nativa	*	LC	*	15	$ 300.00	$ 4,500.00
Cyanocorax yncas	Chara verde	Nativa	*	LC	*	15	$ 300.00	$ 4,500.00
Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	Nativa	*	LC	*	52	$ 300.00	$ 15,600.00
Cyclarhis gujanensis	Vireón Cejas Canela	Nativa	*	LC	*	3	$ 300.00	$ 900.00
Dives dives	Zanate cantor	Nativa	*	LC	*	8	$ 250.00	$ 2,000.00
Dryocopus lineatus	Carpintero lineado	Nativa	*	LC	*	2	$ 800.00	$ 1,600.00
Dumetella carolinensis	Maullador gris	Nativa	*	LC	*	4	$ 400.00	$ 1,600.00
Empidonax minimus	Papamoscas Chico	Nativa	*	LC	*	3	$ 200.00	$ 600.00
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	Nativa	Pr	NT	II	3	$ 5,000.00	$ 15,000.00
Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño	Nativa	*	LC	II	3	$ 5,000.00	$ 15,000.00
Herpetotheres cachinnans	Halcón guaco	Nativa	*	LC	II	3	$ 5,000.00	$ 15,000.00
Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	Nativa	*	LC	*	6	$ 600.00	$ 3,600.00
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	Nativa	*	LC	*	7	$ 150.00	$ 1,050.00
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	Nativa	*	LC	*	3	$ 800.00	$ 2,400.00
Passerina cyanea	Colorín azul	Nativa	*	LC	*	65	$ 600.00	$ 39,000.00



Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Patagioenas flavirostris	Paloma morada	Nativa	*	LC	*	8	$ 200.00	$ 1,600.00
Petrochelidon fulva	Golondrina pueblera	Nativa	*	LC	*	20	$ 250.00	$ 5,000.00
Pheugopedius maculipectus	Saltapared Moteado	Nativa	*	LC	*	10	$ 300.00	$ 3,000.00
Polioptila bilineata	Perlita cejiancha	Nativa	Pr	LC	*	4	$ 4,000.00	$ 16,000.00
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	Nativa	*	LC	*	3	$ 250.00	$ 750.00
Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	Nativa	*	LC	*	3	$ 5,000.00	$ 15,000.00
Saltator atriceps	Saltador Cabeza Negra	Nativa	*	LC	*	10	$ 600.00	$ 6,000.00
Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano	Nativa	*	LC	*	4	$ 500.00	$ 2,000.00
Setophaga americana	Chipe Pecho Manchado	Nativa	*	LC	*	3	$ 300.00	$ 900.00
Setophaga citrina	Chipe encapuchado	Nativa	*	LC	*	4	$ 300.00	$ 1,200.00
Setophaga magnolia	Chipe de Magnolias	Nativa	*	LC	*	6	$ 300.00	$ 1,800.00
Setophaga petechia	Chipe amarillo	Nativa	*	LC	*	2	$ 300.00	$ 600.00
Setophaga ruticilla	Pavito Migratorio	Nativa	*	LC	*	5	$ 300.00	$ 1,500.00
Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi	Golondrina Yucateca	Nativa	*	LC	*	45	$ 300.00	$ 13,500.00
Trogon caligatus	Coa Violácea Norteña	Nativa	*	LC	*	3	$ 700.00	$ 2,100.00
Tyrannus couchii	Tirano Cuir	Nativa	*	LC	*	3	$ 300.00	$ 900.00
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	Nativa	*	LC	*	70	$ 200.00	$ 14,000.00
						650		**$ 1,382,150.00**

Tabla II. 47. Ejemplares de mamíferos identificados según número de individuos, precio unitario y costo total

Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Artibeus jamaicensis	Murciélago frutívoro de Jamaica	Nativa	*	LC	*	16	$ 500.00	$ 8,000.00

[redacted]

Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Canis latrans	Coyote	Nativa	*	LC	*	2	$ 8,500.00	$ 17,000.00
Carollia perspicillata	Murciélago cola corta de Sebas	Nativa	*	LC	*	5	$ 500.00	$ 2,500.00
Coendou mexicanus	Puercoespín tropical	Nativa	A	LC	III	2	$ 10,000.00	$ 20,000.00
Dicotyles tajacu	Pecarí de collar	Nativa	*	LC	*	2	$ 4,000.00	$ 8,000.00
Didelphis marsupialis	Tlacuache sureño	Nativa	*	LC	*	2	$ 2,500.00	$ 5,000.00
Glossophaga soricina	Murciélago lengüetón	*	*	*	*	3	$ 500.00	$ 1,500.00
Heterogeomys hispidus	Tuza crespa	Nativa	*	LC	*	3	$ 600.00	$ 1,800.00
Molossus rufus	Murciélago mastín negro	Nativa	*	*	*	2	$ 500.00	$ 1,000.00
Odocoileus virginianus	Venado de cola blanca	Nativa	*	LC	*	5	$ 8,000.00	$ 40,000.00
Procyon lotor	Mapache	Nativa	*	LC	*	2	$ 3,500.00	$ 7,000.00
Pteronotus parnellii	Murciélago-bigotudo de Parnell	Nativa	*	*	*	2	$ 500.00	$ 1,000.00
Rattus rattus	Rata negra	Exótica invasora	*	*	*	2	$ 1.00	$ 2.00
Sigmodon toltecus	Rata algodonera	Nativa	*	LC	*	2	$ 250.00	$ 500.00
Sturnira lilium	Frutero Común	*	*	*	*	2	$ 500.00	$ 1,000.00
Sylvilagus yucatanicus	Conejo Yucateco	Endémica	*	*	*	8	$ 1,500.00	$ 12,000.00
						60		**$ 126,302.00**

Tabla II. 48. Ejemplares de herpetofauna identificados según número de individuos, precio unitario y costo total.

Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Anolis rodriguezii	Anolis liso del sureste	Nativa	*	LC	*	3	$ 400.00	$ 1,200.00
Anolis ustus	Abaniquillo de Yucatán	Nativa	*	*	*	2	$ 400.00	$ 800.00
Basiliscus vittatus	Toloque rayado	Nativa	*	LC	*	3	$ 350.00	$ 1,050.00
Coleonyx elegans	Geco yucateco de bandas	Nativa	A	LC	*	2	$ 3,500.00	$ 7,000.00



Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Ctenosaura similis	Iguana negra de cola espinosa	Nativa	A	LC	II	5	$ 5,000.00	$ 25,000.00
Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	Endémica	*	LC	*	2	$ 1,000.00	$ 2,000.00
Leptodeira frenata	Culebra ojo de gato de selva	Nativa	*	LC	*	2	$ 1,200.00	$ 2,400.00
Incilius valliceps	Sapo costero	Nativa	*	LC	*	2	$ 300.00	$ 600.00
Trachycephalus vermiculatus	Rana Arborícola Vermiculada	Nativa	*	LC	*	2	$ 300.00	$ 600.00
						23		**$ 40,650.00**

[redacted]

Tabla II. 49. Resumen de la estimación económica total para fauna silvestre.

Grupo de vertebrados	Costo total ($)
AVES	$ 1,382,150.00
MAMIFEROS	$ 126,302.00
HERPETOFAUNA	$ 40,650.00
TOTAL	**$ 1,549,102.00**

El cálculo total de las especies de fauna registradas dentro del área sujeta a **CUSTF**, asciende a $1,549,102.00 cantidad que representa sólo un estimado de lo que se podría afectar. Es importante recordar el número de individuos de las especies registradas se obtuvieron por un corto periodo de tiempo, por lo que no refleja en su totalidad el número exacto de organismos existentes dentro del área a afectar. Por ello es importante llevar a cabo todas las medidas de mitigación y prevención propuestas para la fauna, para que no sean afectadas tanto el número de especies como su el valor económico asignado a cada una de ellas.

En el **Anexo II.7** Estimación Económica, se presenta la memoria de cálculo correspondiente.

II.2.7. Operación y mantenimiento.

A. Operación

La etapa de operación del **Proyecto** consiste en la transmisión continua de energía eléctrica a través de dos líneas de transmisión aéreas, dispuestas de manera paralela, las cuales permiten la conducción de la energía desde el punto de enlace con la infraestructura eléctrica existente hasta su integración con el Sistema Eléctrico Nacional.

Durante la operación se garantizará la estabilidad del sistema y la seguridad del personal y del entorno.

Las Líneas se componen de torres metálicas auto-soportadas que sostienen los conductores y cables de guarda, mientras que el tramo subterráneo está conformado por ductos y cables de potencia aislados, con registros de inspección y empalmes conforme a la ingeniería de detalle.

Durante esta etapa, las actividades principales comprenden:

- Supervisión del comportamiento eléctrico de la línea, verificando los valores de tensión, corriente y continuidad del servicio.
- Monitoreo del estado físico de las estructuras, tanto en el tramo aéreo como en el subterráneo, mediante revisiones programadas o inspecciones visuales.
- Control de acceso al derecho de vía y a los registros de empalme, e implementando señalización de seguridad.
- Aplicación de medidas generales de seguridad y protección ambiental, evitando afectaciones al entorno inmediato.

- Atención a contingencias o fallas conforme a los procedimientos internos de operación y respuesta.

La operación de la línea se caracteriza por un bajo impacto ambiental, limitado principalmente al mantenimiento periódico, el control selectivo de vegetación.

B. Mantenimiento.

El mantenimiento del **Proyecto** tiene como objetivo asegurar su funcionamiento confiable y continuo durante toda su vida útil, mediante actividades preventivas y correctivas enfocadas a la integridad estructural y eléctrica del sistema.

B.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se realizará de manera programada, con el propósito de detectar condiciones anómalas y prevenir fallas. Las principales actividades comprenden:

- Inspecciones visuales periódicas de torres, herrajes, aisladores y conductores, verificando corrosión, deformaciones o elementos sueltos.
- Revisión del estado de las cimentaciones y zapatas de las torres, comprobando que no existan socavaciones o grietas.
- Verificación de los sistemas de puesta a tierra, midiendo la resistencia eléctrica conforme a los parámetros establecidos.
- Control de vegetación dentro del derecho de vía, mediante poda o recorte selectivo para conservar las distancias de seguridad eléctrica.
- Conservación de caminos y accesos, manteniendo la transitabilidad para inspecciones y maniobras.

B.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo consistirá en la reparación o sustitución de componentes que presenten deterioro o fallas durante la operación. Entre las principales actividades se incluyen:

- Sustitución de herrajes, tornillería o aisladores dañados.
- Reparación o reemplazo de tramos de conductor afectados por fatiga o impacto.
- Rehabilitación de cimentaciones o estructuras metálicas con daño estructural o corrosión avanzada.
- Sustitución o reacondicionamiento de conexiones a tierra con valores fuera de especificación.

Estas labores se realizarán conforme a los procedimientos internos de mantenimiento, bajo las medidas de seguridad correspondientes y evitando afectaciones fuera del área autorizada.

C. Requerimientos para la etapa de operación y mantenimiento

C.1. Personal

Durante la etapa de operación y mantenimiento, el **Proyecto** requerirá una plantilla reducida de personal, enfocada principalmente en actividades de inspección, mantenimiento preventivo y correctivo, así como en la gestión operativa de las dos líneas de transmisión.

A diferencia de las etapas de preparación del sitio y construcción, en esta fase no se contempla el uso permanente de maquinaria pesada ni la presencia continua de cuadrillas numerosas, ya que las líneas de transmisión operan de manera pasiva y requieren únicamente intervenciones periódicas.

Para estas actividades se contará con cuadrillas especializadas, integradas principalmente por técnicos eléctricos con experiencia en líneas aéreas de transmisión, apoyados por personal operativo para labores de acceso y control de vegetación.

La supervisión técnica y administrativa estará a cargo de un ingeniero eléctrico responsable de la operación y mantenimiento, quien coordinará las actividades de campo, la programación de inspecciones, la atención de fallas y la elaboración de reportes y bitácoras operativas.

Tabla II. 50. Personal requerido.

Fase	Rol	Cantidad (aprox.)	Responsabilidades clave
Operación y mantenimiento	Ingeniero eléctrico (jefe O&M)	1	Supervisión del funcionamiento eléctrico.
	Técnicos de mantenimiento	6	Inspección, mantenimiento preventivo y correctivo.
	Personal de apoyo	3	Actividades de control de vegetación y accesos.
	Personal administrativo	1	Registro de bitácoras y gestión operativa.

C.2. Energía eléctrica

Durante la etapa de operación y mantenimiento, el consumo de energía eléctrica del **Proyecto** será bajo y continuo, limitado exclusivamente al funcionamiento de los sistemas auxiliares asociados a la supervisión, control y seguridad de las líneas de transmisión.

El suministro de energía eléctrica provendrá de la red pública de distribución, destinada principalmente a alimentar equipos de monitoreo, comunicación, iluminación de accesos y casetas de control, así como sistemas auxiliares necesarios para la operación segura de la infraestructura.

Dado que las líneas de transmisión operan de forma pasiva, no se requiere energía eléctrica para procesos productivos, maquinaria pesada ni equipos de gran consumo. El uso energético se mantiene estable a lo largo de la vida útil del **Proyecto** y se asocia únicamente a sistemas de apoyo para la operación.

A continuación, se presenta la estimación del consumo de energía eléctrica correspondiente a la etapa de operación y mantenimiento, considerando un periodo de operación de largo plazo.

Tabla II. 51. Cálculo de consumo eléctrico estimado.

Etapa	Equipos e instalaciones	Potencia total (W)	Horas de uso diarias	Factor de utilización	Periodo de uso	Consumo estimado (MWh)
Operación y mantenimiento	Monitoreo y control (CCTV, SCADA, teleprotección)	9,000	24	1.0	40 años	3,153.6
	Iluminación de accesos y casetas de control	6,000	12	1.0	40 años	1,051.2
	Equipos de aire acondicionado (casetas de control)	4,000	10	0.8	40 años	467.2
	Sistemas de comunicación y alarmas	2,000	24	1.0	40 años	700.8
Total						5,372.80 MWh

C.3. Agua

Durante la etapa de operación y mantenimiento, el consumo de agua del **Proyecto** será reducido y de carácter esporádico, limitado exclusivamente a actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de las líneas de transmisión.

El recurso hídrico será suministrado mediante camiones cisterna (pipas) provenientes de fuentes locales autorizadas, sin que se requiera infraestructura hidráulica permanente dentro del área del **Proyecto**.

La frecuencia de suministro será ocasional, en función del programa de mantenimiento y del número de actividades simultáneas, por lo que no se prevé un consumo continuo ni significativo del recurso.

Las pipas empleadas tendrán capacidades típicas de 10,000 a 30,000 litros, las cuales descargarán el agua únicamente en los puntos donde se realicen actividades de mantenimiento, evitando el traslado innecesario y optimizando su uso.

El manejo del agua se realizará de manera controlada, asegurando el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable y evitando escurrimientos, desperdicios o afectaciones al suelo y a las áreas colindantes.

En esta etapa no se contempla el uso de agua para procesos constructivos, compactaciones, curado de concreto ni limpieza extensiva de áreas, por lo que el impacto asociado al consumo de este recurso se considera bajo y temporal.

A continuación, se presenta la estimación del consumo de agua:

Tabla II. 52. Requerimiento estimado de agua

Etapa	Actividad / componente	Unidad de medida	Consumo estimado	Observaciones
Operación y mantenimiento	Limpieza de aisladores y torres	m³/año	1,200	Frecuencia semestral o anual.
	Mantenimiento general (control de vegetación y limpieza)	m³/año	800	En tramos específicos de la línea.
Total	—	—	—	1,733,000 m³

C.4. Combustibles

Durante la etapa de operación y mantenimiento, el uso de combustibles del **Proyecto** será limitado, periódico y de baja intensidad, asociado exclusivamente a las actividades necesarias para garantizar la correcta operación, inspección y conservación de las dos líneas de transmisión.

El consumo de combustibles fósiles se concentrará principalmente en:

- Vehículos de inspección y supervisión, empleados para recorridos de monitoreo, inspecciones preventivas y atención de mantenimientos correctivos.
- Generadores eléctricos de respaldo, utilizados de manera ocasional para el suministro de energía auxiliar en puntos específicos, como casetas o equipos de control, cuando se requiera apoyo temporal.
- Herramientas y equipos auxiliares de mantenimiento menor, tales como soldadoras, motosierras u otros equipos portátiles, cuyo uso será esporádico y de corta duración.

De acuerdo con la estimación realizada para esta etapa, el consumo anual de combustibles se distribuye de la siguiente manera:

- Diésel: destinado principalmente a vehículos de inspección y generadores de respaldo.
- Gasolina: utilizada en herramientas y equipos auxiliares de mantenimiento menor.

El consumo estimado corresponde a un uso no continuo, condicionado a la frecuencia de los recorridos de inspección, al programa de mantenimiento y a la ocurrencia de eventos que requieran atención correctiva.

El abastecimiento de combustible se realizará mediante proveedores autorizados, cumpliendo con la normatividad vigente en materia de transporte, manejo y suministro de combustibles líquidos. No se contempla el almacenamiento permanente de combustibles dentro del área del Proyecto durante esta etapa.

En consecuencia, el impacto asociado al uso de combustibles durante la operación y mantenimiento se considera bajo, localizado y temporal, sin representar una fuente significativa de emisiones o riesgos ambientales.

Tabla II. 53. Consumo estimado de combustible por maquinaria

Etapa	Maquinaria / Equipo	Tipo de Combustible	Consumo estimado	Unidad	Actividad principal / Observaciones
Operación y mantenimiento	Vehículos de inspección y supervisión	Diésel	25,000	L/año	Recorridos periódicos de monitoreo, inspección preventiva y atención a mantenimiento correctivo de las líneas de transmisión.
	Generadores eléctricos de respaldo	Diésel	8,000	L/año	Suministro de energía auxiliar temporal en casetas, equipos de control o durante labores de mantenimiento específico.
	Herramientas y equipos auxiliares (soldadoras, motosierras, etc.)	Gasolina	2,000	L/año	Trabajos de mantenimiento menor, ajustes y reparaciones puntuales en estructuras y componentes.
Total	—	—	35,000	L/año	

II.2.8 Desmantelamiento y cierre de las instalaciones.

La vida útil del **Proyecto** se estima en aproximadamente 40 años, aunque podrá ampliarse mediante la sustitución progresiva de componentes o la modernización tecnológica. En este sentido, no se prevé el abandono inmediato del **Proyecto**, sino la posibilidad de repotenciación o actualización del sistema conforme a las condiciones técnicas y de operación del Sistema Eléctrico Nacional.

En caso de que se determine el cierre definitivo, se llevará a cabo un desmantelamiento ordenado y controlado de las instalaciones, en estricto apego a la normativa ambiental, de seguridad y sanitaria vigente.

El objetivo principal de esta etapa será el retiro total de los componentes de la línea y la restauración del sitio intervenido, procurando la reutilización y reciclaje de materiales en la medida de lo posible.

Las principales actividades a realizar son las siguientes:

A. Desenergización de la línea

Previo al retiro de los elementos eléctricos, se realizará la desconexión y puesta a tierra de las líneas de transmisión, asegurando la ausencia de tensión en todos los tramos. Esta actividad se efectuará siguiendo los protocolos de seguridad y normatividad eléctrica aplicable.

B. Desmontaje de estructuras metálicas

Una vez desenergizadas la líneas, se procederá al retiro de los elementos auxiliares, tales como dispositivos antivibración, contrapesos, balizas y conectores.

Posteriormente, se llevará a cabo el desmontaje del cableado conductor y del cable de guarda, utilizando equipo especializado y maniobras controladas con apoyo de grúa o malacate.

Las torres metálicas auto-soportadas se desarmarán de forma secuencial, retirando las secciones superiores hacia las inferiores. Los componentes metálicos serán acopiados temporalmente en sitio y posteriormente enviados a centros de reciclaje o gestores autorizados para su reaprovechamiento.

C. Retiro de cimentaciones y nivelación del terreno

Concluido el desmontaje de las estructuras, se procederá a la excavación y demolición de los cimientos de concreto. El material resultante se clasificará para su envío a sitios de disposición final autorizados o para su reciclaje como material pétreo.

Las excavaciones generadas se rellenarán con material natural o de banco autorizado, y se compactarán de manera controlada para recuperar la estabilidad del terreno.

D. Restauración del sitio

Una vez concluidas las actividades de retiro, se ejecutarán acciones de limpieza y restauración del terreno, consistentes en:

- Relleno de huecos y nivelación de las áreas intervenidas.
- Reincorporación de la capa orgánica del suelo, en caso de haberse retirado.
- Aplicación de medidas de rehabilitación del terreno, como escarificado, pastización o revegetación natural.

Estas acciones permitirán reducir y revertir los impactos sobre el suelo y la cobertura vegetal, favoreciendo la recuperación paulatina del sitio intervenido.

E. Requerimiento para la etapa de desmantelamiento y cierre

E.1. Personal

Durante la etapa de desmantelamiento y cierre, el personal requerido para el **Proyecto** será menor y más específico en comparación con las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, ya que las actividades se enfocarán exclusivamente en el retiro de la infraestructura, la gestión de materiales y la restauración del sitio.

Para la ejecución de esta etapa se contará con personal técnico y operativo especializado, responsable de las labores de desmontaje de estructuras, excavación y retiro de cimentaciones, separación de materiales y acondicionamiento final de las áreas intervenidas.

La supervisión general de los trabajos estará a cargo de un ingeniero supervisor, quien coordinará las actividades de campo, verificará el cumplimiento del programa de desmantelamiento y asegurará que las labores se desarrollen conforme a los criterios técnicos y de seguridad establecidos.

Las actividades de retiro de zapatas, excavaciones remanentes y manejo de materiales serán ejecutadas por operadores de maquinaria pesada, apoyados por trabajadores de mano de obra general, quienes participarán en el desmontaje manual de elementos, clasificación de materiales (metálicos y no metálicos), carga, transporte y limpieza final del área.

De manera complementaria, se contará con un responsable ambiental, encargado de supervisar la correcta aplicación de las medidas de restauración del sitio, el manejo adecuado de residuos generados y el cumplimiento de las disposiciones ambientales establecidas para la fase de cierre.

A continuación, se presenta la estimación del personal requerido durante la etapa de desmantelamiento y cierre del **Proyecto**:

Tabla II. 54. Personal requerido.

Fase	Rol	Cantidad (aprox.)	Responsabilidades clave
Desmantelamiento	Ingeniero supervisor	1	Planificación y supervisión del retiro de estructuras.
	Operadores de maquinaria pesada	20	Excavaciones, demolición de zapatas y retiro de materiales.
	Trabajadores de mano de obra general	50	Desmontaje, separación de materiales y limpieza final.
	Personal ambiental	1	Supervisión de restauración del sitio.

E.2. Agua

Durante la etapa de desmantelamiento y cierre del **Proyecto**, el consumo de agua será limitado y de carácter temporal, destinándose exclusivamente a actividades necesarias para garantizar condiciones adecuadas de seguridad, control ambiental y restauración del sitio.

El agua será suministrada mediante camiones cisterna (pipas) provenientes de fuentes locales autorizadas y con disponibilidad comprobada. El recurso se utilizará principalmente para la humectación de suelos, con el fin de controlar la emisión de polvo durante las actividades de demolición de zapatas, retiro de estructuras y movimiento de materiales, así como para la limpieza final y restauración del terreno.

El almacenamiento del agua se realizará en tanques móviles, ubicados de manera estratégica en los frentes de trabajo, evitando acumulaciones innecesarias y optimizando su uso. La distribución se efectuará mediante mangueras de descarga controlada, priorizando las zonas donde se desarrollen labores de excavación, demolición y rehabilitación del suelo.

La frecuencia de suministro dependerá del avance de las actividades de desmantelamiento y del número de frentes activos, sin que se prevea un suministro continuo diario, dado el carácter puntual de las maniobras. En todo momento se asegurará que el manejo del recurso hídrico se realice conforme a la normatividad ambiental aplicable, evitando desperdicios, escurrimientos no controlados o infiltraciones al suelo.

E.2.1. Estimación de consumo de agua

El volumen de agua requerido durante esta etapa se estimó considerando las actividades específicas de desmantelamiento, principalmente el control de polvo y la restauración final del terreno. La estimación se presenta en la siguiente tabla:

Tabla II. 55. Requerimiento estimado de agua

Etapa	Actividad / componente	Unidad de medida	Consumo estimado	Observaciones
Desmantelamiento	Humectación de suelos y control de polvo	m³	10,000	Durante demolición de zapatas y retiro de estructuras.
	Limpieza final y restauración del terreno	m³	5,000	Rehabilitación del suelo y revegetación.
Total	—	—	—	15,000 m³

E.3. Combustibles

Durante la etapa de desmantelamiento y cierre del **Proyecto**, se prevé el uso limitado y temporal de combustibles fósiles, principalmente diésel, destinado exclusivamente a las actividades necesarias para el retiro ordenado de la infraestructura y la restauración del sitio.

El consumo de combustible en esta etapa estará asociado principalmente a la operación de excavadoras, grúas y maquinaria de retiro, utilizadas para el desmantelamiento de estructuras y demolición de zapatas; así como al funcionamiento de vehículos de carga y transporte, empleados para el traslado de residuos, materiales y componentes desmontados hacia sitios de disposición o aprovechamiento autorizados. De manera complementaria, se utilizarán generadores eléctricos y equipos auxiliares para el suministro temporal de energía en los frentes de trabajo donde no exista acceso a la red eléctrica.

A diferencia de la etapa de preparación del sitio y construcción, el consumo de combustible durante el desmantelamiento será significativamente menor, concentrándose en un periodo estimado de 12 meses, y limitado a las maniobras estrictamente necesarias para el cierre técnico y ambiental del **Proyecto**.

El suministro de combustible se realizará a través de una empresa abastecedora autorizada, que cumpla con la normativa vigente en materia de transporte, manejo y suministro de combustibles líquidos. El abastecimiento se efectuará de forma controlada, evitando el almacenamiento prolongado en sitio y reduciendo el riesgo de derrames o afectaciones al suelo. En caso de requerirse almacenamiento temporal, éste se realizará en recipientes certificados, con bandejas de contención y sobre superficies impermeables.

Tabla II. 56. Consumo estimado de combustible por maquinaria

Etapa	Maquinaria / Equipo	Tipo de Combustible	Consumo estimado	Unidad	Actividad principal / Observaciones
Desmantelamiento	Excavadoras y grúas de retiro	Diésel	70,000	L/totales	Retiro de estructuras y zapatas.



Etapa	Maquinaria / Equipo	Tipo de Combustible	Consumo estimado	Unidad	Actividad principal / Observaciones
	Generadores eléctricos y equipos auxiliares	Diésel	5,000	L/totales	Apoyo logístico.
	Vehículos de carga y transporte de materiales	Diésel	3,000	L/totales	Traslado de residuos a sitios autorizados.
Total	—	—	78,000	L	

II.2.9. Residuos.

A. Aguas residuales

Durante el desarrollo del **Proyecto**, la generación de aguas residuales estará asociada exclusivamente a las actividades del personal que participe en las distintas etapas, por lo que su manejo será temporal, controlado y sin descargas al ambiente.

Etapa de preparación del sitio y construcción

En esta etapa se contempla la instalación de sanitarios portátiles para uso del personal en los distintos frentes de trabajo, considerando una dotación aproximada de un sanitario por cada 20 trabajadores, de acuerdo con la normatividad y buenas prácticas aplicables.

El servicio de sanitarios portátiles será proporcionado por una empresa autorizada, la cual será responsable de la limpieza, vaciado, recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales generadas, en sitios de tratamiento debidamente autorizados, evitando en todo momento descargas directas al suelo, cuerpos de agua o sistemas de drenaje no autorizados.

No se prevé la instalación de sistemas fijos de tratamiento ni la generación de descargas permanentes, dado el carácter lineal y temporal de las actividades constructivas de las líneas de transmisión.

Etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación y mantenimiento, no se prevé la generación significativa de aguas residuales, ya que las actividades se realizarán mediante visitas periódicas de inspección y mantenimiento, sin permanencia continua de personal en el sitio.

En caso de que, de manera puntual, se requiera la presencia temporal de cuadrillas de mantenimiento, el uso de sanitarios portátiles será ocasional y por periodos cortos, bajo el mismo esquema de contratación y manejo con empresas autorizadas, asegurando la recolección y disposición adecuada de las aguas residuales generadas.

Etapa de desmantelamiento y cierre

En la etapa de desmantelamiento, el manejo de aguas residuales se realizará igualmente mediante sanitarios portátiles temporales, contratando servicios especializados para su mantenimiento, recolección y disposición final en sitios autorizados.

Este esquema permitirá controlar adecuadamente la generación de aguas residuales durante las labores de retiro de estructuras, limpieza y restauración del sitio, sin generar impactos al suelo o a los recursos hídricos de la zona.

B. Residuos generados en el Proyecto

Residuos sólidos no peligrosos

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento de las líneas de transmisión, se generarán residuos sólidos no peligrosos asociados principalmente a actividades temporales de obra, montaje de torres, tendido de conductores, mantenimiento de infraestructura existente y retiro de componentes al final de la vida útil del **Proyecto**.

En la preparación del sitio y construcción, los residuos no peligrosos corresponderán principalmente a:

- Restos vegetales derivados de roza y poda dentro del derecho de vía.
- Material producto del despalme y movimiento de suelo orgánico.
- Residuos domésticos generados por el personal en frentes de trabajo.
- Madera utilizada en tarimas, estacas y formaletas temporales.
- Empaques de cartón y plásticos asociados al suministro de materiales.
- Residuos inertes derivados de actividades puntuales de obra civil (concreto y morteros).

Durante la operación y mantenimiento, la generación de residuos no peligrosos será baja y esporádica, limitándose a:

- Residuos domésticos generados por cuadrillas de mantenimiento.
- Materiales eléctricos o mecánicos sustituidos de manera puntual (aisladores, herrajes, cables).
- Residuos vegetales derivados de podas de control dentro del derecho de vía.

En la etapa de desmantelamiento, se generará un mayor volumen de residuos no peligrosos, principalmente:

- Chatarra metálica (torres, herrajes y conductores).
- Material inerte producto del retiro de zapatas y elementos de concreto.
- Madera, cartón y plásticos provenientes del embalaje y manejo de materiales retirados.

El manejo de estos residuos se realizará mediante separación en la fuente, almacenamiento temporal en áreas designadas dentro del derecho de vía o frentes de trabajo y su entrega a empresas autorizadas para reciclaje, reutilización, aprovechamiento o disposición final.



Se priorizará el reciclaje y valorización de materiales como acero, aluminio, cobre, cartón y plásticos, enviando a disposición final únicamente aquellos residuos que no puedan ser aprovechados.

Los residuos inertes y de manejo especial (concreto, morteros y escombros) serán reutilizados, en la medida de lo posible, como material de relleno o nivelación, o bien dispuestos en sitios autorizados conforme a la NOM-161-SEMARNAT-2011.

Residuos sólidos peligrosos

Durante el desarrollo del **Proyecto** se prevé la generación limitada y controlada de residuos sólidos peligrosos, principalmente asociados al uso y mantenimiento de maquinaria, herramientas, equipos auxiliares y vehículos utilizados en las diferentes etapas.

Los residuos peligrosos identificados incluyen, de manera enunciativa:

- Aceites y grasas usados.
- Trapos, estopas y materiales impregnados con hidrocarburos.
- Envases contaminados con lubricantes o combustibles.
- Solventes, pinturas y sus envases.
- Baterías y lámparas fluorescentes.
- Suelo contaminado por derrames accidentales (en caso de presentarse).

Estos residuos se manejarán conforme a lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, mediante su almacenamiento temporal en áreas de resguardo con piso impermeable, señalización y control, evitando mezclas incompatibles y sin exceder los tiempos máximos de almacenamiento en sitio.

La recolección, transporte, tratamiento y disposición final será realizada exclusivamente por empresas autorizadas, contando con los manifiestos correspondientes que acrediten su manejo ambientalmente adecuado.

En la siguiente tabla se presentan, de forma enunciativa mas no limitativa, los residuos que se prevé generar durante el desarrollo del **Proyecto**, su clasificación, manejo y cantidades estimadas por etapa:

Tabla II. 57. Residuos generados en el Proyecto por etapa.

Etapa	Tipo de residuo	Clasificación	Gestión / Uso	Cantidad (t)
Preparación del sitio	Restos vegetales (roza y poda)	No peligroso	Disposición controlada / aprovechamiento	7.50
	Material de despalme (suelo orgánico)	No peligroso	Reutilización / relleno	15.00
	Madera (tarimas, estacas)	No peligroso	Reciclable	0.09
	Cartón y plásticos (empaques, PET)	No peligroso	Reciclable	0.15
	Residuos urbanos (domésticos)	No peligroso	Disposición final	0.30
	Sólidos con hidrocarburos (trapos, estopas)	Peligroso	Manejo especial / confinamiento	0.02

Etapa	Tipo de residuo	Clasificación	Gestión / Uso	Cantidad (t)
	Envases contaminados con lubricantes	Peligroso	Confinamiento	0.02
	Aceites usados (maquinaria ligera)	Peligroso	Recolección autorizada	0.01
Subtotal preparación del sitio	—	—	—	23.09
Construcción	Escombros (concreto, morteros)	Manejo especial	Reciclaje como material pétreo / disposición	24.00
	Acero y herrajes sobrantes	No peligroso	Reciclable	3.00
	Cable de aluminio/cobre (retales)	No peligroso	Reciclable	0.90
	Madera (tarimas, formaletas)	No peligroso	Reciclable	0.24
	Cartón / plásticos / flejes	No peligroso	Reciclable	0.36
	Empaques (herrajes / aisladores)	No peligroso	Reciclable	0.15
	Residuos domésticos (personal)	No peligroso	Disposición final	0.60
	Sólidos con solventes/pinturas	Peligroso	Manejo especial / confinamiento	0.03
	Envases contaminados	Peligroso	Confinamiento	0.03
	Aceites y grasas usadas	Peligroso	Recolección autorizada	0.03
	Trapos impregnados con hidrocarburos	Peligroso	Manejo especial / confinamiento	0.02
	Baterías / lámparas fluorescentes	Peligroso	Reciclaje especializado	0.02
Subtotal construcción	—	—	—	32.38
Operación y mantenimiento	Residuos urbanos (cuadrillas)	No peligroso	Disposición final	0.03
	Aisladores reemplazados (vidrio/porcelana)	No peligroso	Reciclable / disposición controlada	0.15
	Herrajes / tornillería	No peligroso	Reciclable	0.09
	Cable/conductor residual	No peligroso	Reciclable	0.06
	Podas dentro del DDV	Manejo especial	Aprovechamiento / disposición controlada	0.30
	Aceites/grasas usadas	Peligroso	Recolección autorizada	0.02
	Trapos/estopas impregnadas	Peligroso	Manejo especial / confinamiento	0.02
	Baterías y lámparas	Peligroso	Reciclaje especializado	0.01
Subtotal operación y mantenimiento	—	—	—	0.68
Desmantelamiento	Chatarra metálica (estructuras/herrajes)	No peligroso	Reciclable	225.00
	Escombro de demolición (zapatas, concreto)	Manejo especial	Reciclaje / disposición controlada	30.00
	Cables/conductores (aluminio-acero)	No peligroso	Reciclable	35.00
	Madera (embalajes)	No peligroso	Reciclable	1.50
	Cartón, plásticos, flejes	No peligroso	Reciclable	0.60

Etapa	Tipo de residuo	Clasificación	Gestión / Uso	Cantidad (t)
	Residuos domésticos (personal)	No peligroso	Disposición final	0.09
	Aceites/grasas usadas	Peligroso	Recolección autorizada	0.06
	Envases contaminados	Peligroso	Confinamiento	0.03
	Suelo contaminado con hidrocarburos	Peligroso	Remediación / confinamiento	0.03
	Baterías y lámparas	Peligroso	Reciclaje especializado	0.02
Subtotal desmantelamiento	—	—	—	292.33
TOTAL GENERAL	—	—	—	348.48

C. Infraestructura para la disposición adecuada de los residuos

Los residuos generados durante las distintas etapas del **Proyecto** serán separados y manejados conforme a su tipo y clasificación, asegurando su almacenamiento temporal en condiciones controladas.

En cada frente de trabajo, ya sea en los sitios de torres, plazas de tendido, se colocarán contenedores y recipientes en buen estado, con tapa y debidamente rotulados, identificando si corresponden a residuos peligrosos, no peligrosos o de manejo especial.

El almacenamiento temporal se realizará dentro de áreas delimitadas del **Proyecto**, sobre superficies niveladas y, en el caso de los residuos peligrosos, en zonas con piso impermeable y señalización preventiva. La disposición final o aprovechamiento se efectuará a través de empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**) o por las autoridades competentes en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, garantizando el cumplimiento de la normatividad aplicable.

En el caso del agua residual proveniente del uso de sanitarios portátiles durante las etapas de preparación y construcción, ésta será recolectada y trasladada por una empresa especializada, debidamente acreditada, la cual contará con los permisos correspondientes para su transporte y disposición final en sitios autorizados, evitando con ello cualquier riesgo de contaminación del suelo o de cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

II.2.10. Emisiones y descargas

A. Emisiones a la atmósfera.

La estimación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (**GEI**) para el **Proyecto** se realizó con base en el consumo estimado de combustibles reportado para cada etapa del ciclo de vida del **Proyecto**, considerando exclusivamente las fuentes móviles asociadas a:

- Maquinaria y equipo de apoyo durante la preparación del sitio y construcción
- Vehículos utilizados para inspección y mantenimiento durante la operación
- Maquinaria y transporte empleados durante el desmantelamiento y cierre

El **Proyecto** no contempla fuentes fijas de combustión, procesos industriales ni equipos de generación eléctrica permanente, por lo que las emisiones se limitan al uso temporal de maquinaria y vehículos.

Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción se emitirán gases de combustión producido por los vehículos, maquinarias y equipos. Para minimizar las emisiones se verificará que los vehículos y maquinaria tengan un correcto funcionamiento. Se llevará a cabo el registro del mantenimiento que recibirán las diversas máquinas, equipos y vehículos. Por otra parte, para evitar la propagación de polvos, en las diferentes áreas de trabajo, se humedecerán los sitios por los que pasarán maquinarias y vehículo.

A.1 Fuentes de generación de gases de efecto invernadero por etapa

La ejecución del **Proyecto** requiere el uso de distintos tipos de maquinaria y equipos, en función de las actividades específicas que se desarrollan en cada una de sus etapas: preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento.

Los consumos de combustible considerados para la estimación de emisiones de **GEI** se derivan directamente de los valores presentados previamente en el apartado de uso de combustibles, los cuales corresponden a consumos unitarios por tipo de maquinaria y equipo.

Para efectos del cálculo de emisiones, dichos valores fueron ajustados únicamente en términos de unidad y temporalidad, de modo que todos los consumos se expresan como consumo total acumulado por etapa del **Proyecto**, considerando la duración prevista de cada una de ellas.

Este ajuste permite reflejar el consumo acumulado real de cada tipo de maquinaria o equipo durante la vida útil del **Proyecto**, manteniendo en todo momento la trazabilidad y coherencia metodológica entre la caracterización del uso de combustibles y la posterior cuantificación de las emisiones de **GEI** asociadas.

De esta manera, los valores reportados en la tabla siguiente no representan consumos distintos, sino la integración temporal de los datos previamente descritos.

Tabla II. 58. Maquinaria y equipo (consumo de combustible total por etapa).

Etapa	Tipo de maquinaria / equipo	Consumo total (litros)	Tipo de combustible	Consumo total (m^3)
Preparación del sitio y construcción (2 años)	Excavadora hidráulica	35,000	Diésel	35.0
	Retroexcavadora	18,000	Diésel	18.0
	Camión cisterna (agua)	22,000	Diésel	22.0
	Grúa telescópica	28,000	Diésel	28.0
	Generadores eléctricos portátiles	10,000	Diésel	10.0
	Vehículos ligeros de supervisión	12,000	Gasolina	12.0
	Subtotal preparación + construcción	125,000	—	125.0
Operación y mantenimiento (40 años)	Vehículos de inspección y supervisión	1,000,000	Diésel	1,000.0
	Generadores eléctricos de respaldo	320,000	Diésel	320.0
	Herramientas y equipos auxiliares	80,000	Gasolina	80.0

Etapa	Tipo de maquinaria / equipo	Consumo total (litros)	Tipo de combustible	Consumo total (m^3)
	Subtotal operación y mantenimiento	1,400,000	—	1,400.0
Desmantelamiento y cierre (1 año)	Excavadoras y grúas de retiro	70,000	Diésel	70.0
	Generadores eléctricos y equipos auxiliares	5,000	Diésel	5.0
	Vehículos de carga y transporte de materiales	3,000	Diésel	3.0
	Subtotal desmantelamiento	78,000	—	78.0
TOTAL DEL PROYECTO	—	1,603,000	—	1,603.0

A.2. Determinación y Metodología de Fuentes de Generación de GEI

Los **GEI** son componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y resultantes de la actividad humana, que absorben y emiten radiación infrarroja. Esta propiedad causa el efecto invernadero. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce seis:

- Bióxido de carbono (CO_2),
- Metano (CH_4),
- Óxido nitroso (N_2O),
- Hidrofluorocarbonos (HFC),
- Perfluorocarbonos (PFC), y
- Hexafluoruro de azufre (SF_6)

Los principales gases que han contribuido al efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), de los cuales el dióxido de carbono es el más importante, aumentando la concentración debido al uso de combustibles fósiles y, en menor medida, a los cambios en los usos de la tierra.

El Potencial de Calentamiento Global, también conocido por **Índice GWP** (acrónimo del inglés **Global Warming Potential**) define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1kg de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO_2. De esta forma, se pueden tener en cuenta los efectos radiactivos de cada gas, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera (**Fuente**: GreenFacts).

Por ejemplo, el **GWP** para 100 años del metano es 25 y para el N_2O es 298. En otras palabras, la emisión de 1 millón de toneladas de metano es equivalente a emitir 25 millones de toneladas de CO_2 (equivalente), de esta manera el CO_2 tiene un valor de GWP de 1, tal como se. muestran en la tabla siguiente.

Tabla II. 59. Potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero (figuras IPCC TAR 2001)

Gas	GWP
Dióxido de Carbono (CO_2)	1

Gas	GWP
Metano (CH_4)	21
Óxido Nitroso (N_2O)	296
Fluorocarburos	120 – 12,000
Clorofluorocarbonos	5,700 – 11,900
Hexafluoruro de azufre	22,200

Se tiene que convertir a **CO_{2equiv}** para determinar su significancia en el efecto del calentamiento global a través del **GWP**.

En la tabla siguiente, se estiman las emisiones contaminantes generadas por el uso de maquinaria y equipo que utiliza como combustibles fósiles, gas natural, gasolina y diésel. En dichas emisiones se incluyen los gases de efecto invernadero, como lo es el Metano (**NH_4**), Bióxido de carbono (**CO_2**) y óxido nitroso (**N_2O**).

Cálculo de CO_2eq

Los **GEI** distintos al dióxido de carbono (**CO_2**) (metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, etc.) son convertidos a su valor equivalente en dióxido de carbono, multiplicando la masa del gas en cuestión por su **GWP**.

CO_2eq = Masa del gas * potencial de calentamiento (GWP)

Se elige el CO_2 como el equivalente al total de los gases de efecto invernadero porque, a pesar de tener un potencial de calentamiento mucho menor que el de otros gases, como el metano o los óxidos nitrosos, es el que más crecimiento ha experimentado en la atmósfera terrestre y el más abundante en porcentaje de todos ellos. Dicha medida de **CO_2eq** es usada para calcular la **huella de carbono** de un individuo, producto, actividad o servicio. De esta manera se puede cuantificar un impacto ambiental atendiendo a la categoría de calentamiento global provocado por la emisión de **GEI**.

Para el cálculo de las emisiones de GEI se utilizarán los factores de emisión del inventario de Gases de Efecto Invernadero del Reino Unido, años 2022 (https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022).

Tabla II. 60. Factores de emisión para gas natural, gasolina y diésel

Combustible	kg CO_2e de CO_2 por unidad	kg CO_2e de CH_4 por unidad	kg CO_2e de N_2O por unidad
Gasolina (litros)	2.14805	0.00720	0.006600
Diésel (litros)	2.52058	0.00026	0.03700

A continuación, se presenta en la tabla siguiente las emisiones de **GEI** en **CO_2eq**.

Tabla II. 61. Emisiones de gases de combustión, en los que se incluyen los GEI

Etapa	Tipo de maquinaria/equipo	Consumo (L)	Consumo (m^3)	Tipo de combustible	kg CO_2e de CO_2 por unidad	kg CO_2e de CH_4 por unidad	kg CO_2e de N_2O por unidad	Total kg CO2e
Preparación del sitio y construcción (2 años)	Excavadora hidráulica	35,000	35	Diésel	88220.3	9.1	1295	89524.4
	Retroexcavadora	18,000	18	Diésel	45370.44	4.68	666	46041.12
	Camión cisterna (agua)	22,000	22	Diésel	55452.76	5.72	814	56272.48
	Grúa telescópica	28,000	28	Diésel	70576.24	7.28	1036	71619.52
	Generadores eléctricos portátiles	10,000	10	Diésel	25205.8	2.6	370	25578.4
	Vehículos ligeros de supervisión	12,000	12	Gasolina	25776.6	86.4	79.2	25942.2
	Subtotal preparación + construcción	125,000	125	—	310602.14	115.78	4260.2	314978.12
Operación y mantenimiento (40 años)	Vehículos de inspección y supervisión	1,000,000	1,000.00	Diésel	2520580	260	37000	2557840
	Generadores eléctricos de respaldo	320,000	320	Diésel	806585.6	83.2	11840	818508.8
	Herramientas y equipos auxiliares	80,000	80	Gasolina	171844	576	528	172948
	Subtotal operación y mantenimiento	1,400,000	1,400.00	—	3499009.6	919.2	49368	3549296.8
Desmantelamiento y cierre (1 año)	Excavadoras y grúas de retiro	70,000	70	Diésel	176440.6	18.2	2590	179048.8
	Generadores eléctricos y equipos auxiliares	5,000	5	Diésel	12602.9	1.3	185	12789.2
	Vehículos de carga y transporte de materiales	3,000	3	Diésel	7561.74	0.78	111	7673.52
	Subtotal desmantelamiento	78,000	78	—	196605.24	20.28	2886	199511.52

Etapa	Tipo de maquinaria/equipo	Consumo (L)	Consumo (m^3)	Tipo de combustible	kg CO_2e de CO_2 por unidad	kg CO_2e de CH_4 por unidad	kg CO_2e de N_2O por unidad	Total kg CO2e
	TOTAL	1,603,000	1,603.00	—	4006216.98	1055.26	56514.2	4063786.44

Interpretación de resultados de emisiones de GEI

Con base en el análisis de consumo de combustibles fósiles asociado a las diferentes etapas del **Proyecto** (preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y cierre), se estimó la generación de **GEI**, expresados en kilogramos de dióxido de carbono equivalente (kg CO_2e), utilizando factores de emisión internacionalmente reconocidos.

El cálculo considera las emisiones directas derivadas de la combustión de diésel y gasolina en maquinaria pesada, equipos auxiliares, generadores eléctricos y vehículos de supervisión, así como la duración prevista de cada etapa del **Proyecto**.

Resultados globales

El total de emisiones estimadas de **GEI** para el **Proyecto** es de 4,063,786.44 kg de CO_2e (≈ 4,064 toneladas de CO_2e), distribuidas conforme a la temporalidad y características operativas de cada etapa.

Distribución por etapa

- **Preparación del sitio y construcción** (2 años). Esta etapa presenta un total estimado de 314,978.12 kg CO_2e, lo que representa aproximadamente 7.7 % del total del **Proyecto**. Las emisiones se asocian principalmente al uso de maquinaria pesada (excavadoras, retroexcavadoras, grúas y camiones cisterna), generadores eléctricos portátiles y vehículos de supervisión, utilizados de manera intensiva pero durante un periodo relativamente corto.

- **Operación y mantenimiento** (40 años). Corresponde a la etapa con mayor contribución relativa, con 3,549,296.80 kg CO_2e, equivalente a aproximadamente 87.3 % del total de emisiones del **Proyecto**. Aunque el consumo anual de combustible es moderado, la larga vida útil del **Proyecto** explica la mayor aportación acumulada, principalmente por:

    - Vehículos de inspección y supervisión,
    - Generadores eléctricos de respaldo,
    - Herramientas y equipos auxiliares utilizados en labores de mantenimiento preventivo y correctivo.

- **Desmantelamiento y cierre** (1 año). Esta etapa genera 199,511.52 kg CO_2e, lo que equivale a cerca del 4.9 % del total. Las emisiones se relacionan con el uso puntual de maquinaria para el retiro de estructuras, excavación de zapatas, transporte de materiales y apoyo logístico.

Análisis técnico

Aun cuando la etapa de operación y mantenimiento concentra el mayor volumen acumulado de emisiones, éstas se distribuyen a lo largo de 40 años, por lo que su intensidad anual resulta baja en

comparación con proyectos de infraestructura con operación continua y consumo energético elevado.

Asimismo, las emisiones generadas durante la preparación, construcción y desmantelamiento son temporales y de corta duración, asociadas exclusivamente a actividades específicas de obra y retiro de infraestructura.

Cabe destacar que el **Proyecto** no contempla procesos industriales, combustión fija ni generación eléctrica a partir de combustibles fósiles durante su operación normal, limitándose las emisiones a fuentes móviles y equipos auxiliares.

Conclusión ambiental

Las emisiones de **GEI** estimadas para el **Proyecto** se consideran acotadas, temporales y compatibles con el tipo de infraestructura evaluada. No se prevé la generación de emisiones significativas o continuas que representen un impacto ambiental relevante en términos de cambio climático, especialmente considerando que se trata de un proyecto asociado a infraestructura eléctrica y no a procesos de transformación energética con combustibles fósiles.

La estimación presentada permite dar trazabilidad entre el consumo de combustibles y las emisiones asociadas, proporcionando una base técnica sólida para la evaluación ambiental del **Proyecto**.

B. Descargas

B.1. Aguas residuales sanitarias (descarga indirecta)

Durante la preparación del sitio y construcción y, en menor medida, durante mantenimiento y desmantelamiento, se generarán aguas residuales sanitarias asociadas al personal en campo. El manejo se realizará mediante sanitarios portátiles (cuando aplique) y el servicio será proporcionado por una empresa autorizada, responsable de la recolección, transporte y disposición/tratamiento en instalaciones autorizadas.

- No se contempla la instalación de fosas sépticas, biodigestores o plantas de tratamiento en sitio.
- No se realizarán descargas directas al suelo ni a cuerpos de agua.
- En caso de habilitar frentes de trabajo con permanencia temporal, se considerará como criterio operativo 1 sanitario por cada 20 trabajadores (referencial), ajustándose al número real de personal por frente.

B.2. Aguas residuales de proceso (no aplican)

El **Proyecto** no contempla procesos industriales, lavado de equipos, ni actividades que generen aguas residuales de proceso. Por lo tanto:

- No se prevén descargas de aguas con contaminantes de proceso.
- No se generan efluentes provenientes de sistemas de enfriamiento, limpieza industrial o similares.

B.3. Escurrimientos pluviales (sin descarga controlada)

Las actividades del **Proyecto** se desarrollan en forma puntual (cimentaciones, maniobras, accesos) y no implican urbanización ni infraestructura de drenaje que concentre flujos. Los escurrimientos pluviales se mantendrán como escurrimiento superficial natural.

Para evitar arrastres o afectaciones durante lluvias:

- Se mantendrá el control de materiales (cemento, agregados, residuos) en zonas de resguardo.
- Se aplicarán prácticas de orden y limpieza.
- En su caso, se colocarán barreras temporales (costales/geomantas) en puntos de obra para evitar arrastre de finos.

B.4. Descargas por derrames (eventuales, no programadas)

No se contemplan descargas intencionales de hidrocarburos o sustancias. Sin embargo, podrían ocurrir derrames accidentales (combustible/aceites) por manejo de maquinaria o vehículos. Para ello se implementarán medidas preventivas:

- Mantenimiento preventivo de maquinaria y revisión de mangueras/conexiones.
- Prohibición de cambios de aceite rutinarios en sitio (salvo contingencia controlada).
- Uso de charolas antiderrame cuando se realicen abastecimientos o maniobras con riesgo.
- Contención inmediata con material absorbente y manejo del residuo como peligroso, conforme a la normatividad aplicable.

Por otro lado, el análisis relacionado con el carbono asociado a la remoción de vegetación se desarrolla en el Capítulo VI del presente **DTU-BR**.

En dicho capítulo se aborda la información relativa al carbono presente en la biomasa y, en su caso, en el suelo, asociada a la cobertura vegetal que será removida para la implementación del **Proyecto**.

En este sentido, el presente apartado no incorpora dicho análisis, con la finalidad de evitar duplicidades, por lo que se limita exclusivamente a la estimación de las emisiones generadas por la combustión de combustibles fósiles en fuentes móviles y equipos auxiliares, asociadas a las etapas de preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento del **Proyecto**.

Documento Técnico Unificado (DTU)
Modalidad B - Regional

PROYECTO:

"LÍNEA DE TRANSMISIÓN NORTE LA ALEGRÍA SOLAR"

PROMOVENTE:

"SUNSTONE POWER 2, S. DE R.L. DE C.V."

Sunstone Power

CAPITULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

PREPARADO PARA:
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Campeche, Campeche
Enero, 2026

CONTENIDO

III.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 6

III.2 TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES 10

III.2.1. CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO 10
III.2.2. ACUERDO DE PARÍS 13
III.2.3. CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA 15
III.2.4. CONVENCIÓN RELATIVA A LOS HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL (RAMSAR) 18
III.2.5. CONVENIO DE BASILEA SOBRE EL CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE LOS DESECHOS PELIGROSOS Y SU ELIMINACIÓN 20
III.2.6. CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE 20
III.2.7. ACUERDO DE COOPERACIÓN AMBIENTAL DE AMÉRICA DEL NORTE 21
III.2.8. CONVENIO ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA SOBRE COOPERACIÓN PARA LA PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ZONA FRONTERIZA 23
III.2.9. CONVENIO 169 DE LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO SOBRE LOS PUEBLOS INDÍGENAS Y TRIBALES EN PAÍSES INDEPENDIENTES 25

III.3. LEYES, NORMAS FEDERALES Y REGLAMENTOS FEDERALES 28

III.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 28
III.3.2. LEY GENERAL DEL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE 30
III.3.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE 32
III.3.4. LEY GENERAL DE AGUAS 35
III. 3.5 LEY DE AGUAS NACIONALES 35
III.3.6. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS. 36
III.3.7. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. 38
III.3.8. LEY DEL SECTOR ELÉCTRICO 40
III.3.9. LEY DE PLANEACIÓN Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA 42
III.3.10. LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS. 44

III.3.11. CONTRIBUCIÓN DETERMINADA A NIVEL NACIONAL 3.0 (NDC 3.0) 2025 45

Por lo tanto, el Proyecto es totalmente compatible con la legislación federal y no sólo se permite, sino que hay metas específicas para impulsar este tipo de parques de generación de energía eléctrica, a través de fuentes renovables. 48

III.4. REGLAMENTOS DE LAS LEYES FEDERALES 48

III.4.1. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 48
III.4.2. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE 52
III.4.3 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 53
III.4.4. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE 54

III. 4. 5. REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES 56

III. 4.6. REGLAMENTO A LA LEY DEL SECTOR ELÉCTRICO 57

III. 4.7. REGLAMENTO DE LA LEY DE PLANEACIÓN Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA . 62

III. 5. ACUERDO POR EL QUE SE EXPIDEN LOS LINEAMIENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA SOLICITAR EN UN TRÁMITE ÚNICO ANTE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES LAS AUTORIZACIONES EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y EN MATERIA FORESTAL QUE SE INDICAN Y SE ASIGNAN LAS ATRIBUCIONES CORRESPONDIENTES EN LOS SERVIDORES PÚBLICOS QUE SE SEÑALAN. 64

III.6. LEYES ESTATALES 66

III.6.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE CAMPECHE 66
III.6.2 LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE CAMPECHE 68
III.6.3 LEY DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE PARA EL ESTADO DE CAMPECHE... 72
III.6.4 LEY DE VIDA SILVESTRE DEL ESTADO DE CAMPECHE 72
III.6.5 LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, DE MANEJO ESPECIAL Y PELIGROSO DEL ESTADO DE CAMPECHE. 74
III. 6.6. LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ESTADO DE CAMPECHE 76
III.7. REGLAMENTOS ESTATALES. 78
III.7.1. Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche. 78

III. 8. PLANES Y PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO DEL TERRITORIO 79

III.8.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO..... 79
III. 8.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE. 83
III.8.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARTICIPATIVO LOCAL DEL MUNICIPIO DE CAMPECHE 116

III.9. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE VIDA SILVESTRE..... 145

III.10. OTROS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN ECOLÓGICA 148

III.10.1 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS 149
III.10.2 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS..... 150
III.10.3. REGIONES MARINAS PRIORITARIAS 151
III.10.4 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES..... 152
III. 10.3.1. Sitios Prioritarios..... 153
III. 10.3.1.2 Sitios Terrestres Prioritarios 154
III. 10.3.1.3. Sitios Prioritarios Marinos (SPM). 155
III. 10.3.1.4. Sitios Prioritarios Acuáticos. 156
III. 10.3.1.5. Sitios Prioritarios de Primates..... 157
III.10.3.1.6. Sitios de Atención Prioritaria para la Conservación de la Biodiversidad..... 158
III.10.3.1.7. Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR) 159

III.11. NORMAS OFICIALES MEXICANAS 160

III.12. INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN 165
III.12.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030 165
III.12.2 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2025-2030 167
III.12.3. PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍA 2025 – 2030 167
III.12.3. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2024-2027 DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE 168
III.12.4. PROGRAMA ESTATAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO (CAMPECHE) 169
III.12.5. MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE CAMPECHE 2020-2040 173
CONCLUSIÓN GENERAL 177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1 Vinculación del Proyecto con la Constitución Federal 7
Tabla III. 2 Vinculación del Proyecto con la CMNUCC 10
Tabla III. 3 Vinculación del Proyecto con el Acuerdo de París 13
Tabla III. 4 Vinculación del Proyecto con el CDB 17
Tabla III. 5 Vinculación del Proyecto con la Convención CITES 20
Tabla III. 6 Vinculación del Proyecto con el ACANN 21
Tabla III. 7 Vinculación del Proyecto con el Convenio México-Estados Unidos en la Zona Fronteriza 23
Tabla III. 8 Vinculación del Proyecto con la LGEEPA. 29
Tabla III. 9 Vinculación del Proyecto con la LGDFS. 31
Tabla III. 10 Vinculación del Proyecto con la LGVS. 33
Tabla III. 11 Vinculación del Proyecto con la LGAN. 35
Tabla III. 12 Vinculación del Proyecto con la LAN. 36
Tabla III. 13 Vinculación del Proyecto con la LGPGIR. 37
Tabla III. 14 Vinculación del Proyecto con la LGCC. 38
Tabla III. 15 Vinculación del Proyecto con la LSE. 41
Tabla III. 16 Vinculación del Proyecto con la LPTE 43
Tabla III. 17 Proyecto con el REIA. 48
Tabla III. 18 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGVS. 52
Tabla III. 19 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR. 54
Tabla III. 20 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGDFS 55
Tabla III. 21 Vinculación del RLAN con el Proyecto 56
Tabla III. 22 Vinculación del Proyecto con el RLSE 57
Tabla III. 23 Vinculación de la RLPTE con el Proyecto 63
Tabla III. 24 Vinculación del Acuerdo DTU con el Proyecto 64
Tabla III. 25 Vinculación del Proyecto con la Constitución de Campeche 67
Tabla III. 26 Vinculación con la LEEPAC. 68
Tabla III. 27 Vinculación del Proyecto con la LDFSEC. 72
Tabla III. 28 Vinculación del Proyecto con la LVSEC. 73
Tabla III. 29 Vinculación del Proyecto con la LGIRSUMEPC. 75
Tabla III. 30 Vinculación de la LCCEC con el Proyecto 76

Tabla III. 31 Vinculación con el RLEEPAC 78
Tabla III. 32 Descripción del POEGT para la UAB en la que se ubica el Proyecto. 81
Tabla III. 33. Estrategias de la UAB 137 del POEGT vinculadas con el Proyecto 82
Tabla III. 34 Vinculación del POEMyRGMyMC. 85
Tabla III. 35 Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales del POEMyRGMyMC. 92
Tabla III. 36 Vinculación del Proyecto con las Acciones Específicas del POEMyRGMyMC de la UGA 88. 104
Tabla III. 37. Descripción del POEL para la UGA A-2 en la que se ubica el Proyecto. .. 120
Tabla III. 38. Vinculación del Proyecto con los criterios aplicables a la UGA A-2. 121
Tabla III. 41 Agua 160
Tabla III. 42 Emisiones 161
Tabla III. 43 Residuos 162
Tabla III. 44 Flora y Fauna 163
Tabla III. 45 Ruido 164
Tabla III. 46 Suelo 164
Tabla III. 47 Vinculación del Proyecto con el PEOTDU 173
Tabla III. 45 Vinculación del Proyecto con los Usos de suelo del PMDU de Campeche 177

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III. 1 Proyecto en Relación con las Áreas Naturales Protegidas 18
Figura III. 2 Ubicación del Proyecto en relación con Sitios Ramsar. 19
Figura III. 3 Proyecto en relación con Regiones Indígenas. 28
Figura III. 4 Ubicación de sitios arqueológicos en relación con el Proyecto. 45
Figura III. 5 Ubicación de la UAB 137 del POEGT con el Proyecto 80
Figura III. 6 Ubicación del POEMyRGMyMC. 85
Figura III. 7. Acciones específicas aplicables a la UGA 88. 104
Figura III. 8 Incidencia del Proyecto con la UGA A-2 del POETME. 119
Figura III. 9 Ubicación del Proyecto en relación con las ANP 146
Figura III. 10 Ubicación del Proyecto en relación con la UMA más cercana 147
Figura III. 11 Ubicación del Proyecto en relación con las RTP. 150
Figura III. 12 Ubicación del Proyecto en relación con las RHP 151
Figura III. 13 Ubicación de las RPM 152
Figura III. 14 Ubicación del Proyecto en relación con las AICAS 153
Figura III. 15 Ubicación del Proyecto con respecto a los STP 155
Figura III. 16 Ubicación del Proyecto en relación con el SPM 156
Figura III. 17 Ubicación del Proyecto con respecto a los SPAE 157
Figura III. 18 Ubicación del Proyecto en relación con los SPP 158
Figura III. 19 Ubicación del Proyecto en relación con los SAP 159
Figura III. 20 Ubicación del Proyecto en relación con los SPR 160
Figura III. 21 Ubicación del Proyecto en relación con la AGT del PEDOTDU 172
Figura III. 22 Ubicación del Proyecto en relación con la zonificación 176

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

El presente capítulo tiene por objeto cumplir con lo establecido en la fracción III del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual expresamente señala lo siguiente:

> *"**Artículo 13.-** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:*
> *[…]*
> *III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;"*

En tal sentido, en este apartado se presentarán y analizarán en su parte conducente los ordenamientos jurídicos aplicables al proyecto *"Línea de Transmisión Norte La Alegría Solar"* (el **Proyecto**) partiendo del marco jurídico nacional vigente conformado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los tratados internacionales de los cuales México es parte; las leyes federales, sus respectivos reglamentos; los ordenamientos de carácter administrativo derivados de las referidas leyes, así como también las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables a las actividades a desarrollar; para posteriormente realizar un análisis de los instrumentos de planeación nacionales aplicables en este caso, haciendo especial énfasis en el ordenamiento ecológico del territorio, el cual tiene por objeto regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Lo anterior con el objeto de determinar que el **Proyecto** que nos ocupa cumple a cabalidad con el marco jurídico aplicable en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional, así como con lo establecido en los instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se llevará a cabo.

III.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (**CPEUM** o **Constitución Federal**, indistintamente) es la norma suprema de los Estados Unidos Mexicanos, constituye el pilar jurídico nacional ya que conforme a ella se dicta el marco normativo vigente en el país, por ello, todas las leyes deben estar sujetas a las disposiciones que la propia **Constitución Federal** establece. La supremacía constitucional es la base del Estado de Derecho, en esta se encuentra el sostén del orden jurídico nacional. El derecho mexicano tiene su origen en dicha norma fundamental y por ello todas las leyes, ya sean federales, estatales o municipales deben respetar los preceptos constitucionales, con lo que se hace patente su vigencia y la del propio sistema jurídico nacional.

El principio de supremacía constitucional se encuentra previsto en el artículo 41 de la **Constitución Federal**, al prohibir la celebración de tratados internacionales contrarios a las garantías individuales y del ciudadano, en este sentido, es la misma norma fundamental la que consagra en su Título Primero, Capítulo I "De los Derechos Humanos y sus Garantías", una serie de preceptos que constituyen los derechos inherentes a la dignidad humana y sus garantías reconocidos por el Estado

a todas las personas que se encuentran en México, mismos que no pueden restringirse, si no en los casos y con las condiciones que la propia **Constitución Federal** establece.

En el marco de los derechos humanos reconocidos a nivel constitucional, se encuentra el derecho humano a un medio ambiente sano, el cual incluye la prevención, la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, así como sanción de las personas que lo dañan y la obligación de restauración.

A continuación, se analizan los preceptos que inciden con el desarrollo del **Proyecto**, así como su vinculación con el mismo a fin de destacar que éste no contraviene los preceptos constitucionales.

Tabla III. 1 Vinculación del Proyecto con la Constitución Federal

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
"Artículo 4. *[…]Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley."*	El **Proyecto** se vincula con el precepto legal transcrito en el sentido de que respeta y atiende la normatividad aplicable en materia de protección al ambiente, sometiéndose a evaluación del impacto ambiental. Garantizando en tal sentido ese derecho, al plantear en su parte conducente medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales que pudiera ocasionar, con lo que se concluye que con el mismo se respeta el precepto constitucional referido, al sujetarse a la legislación y regulación que el Estado ha impuesto para la protección del medio ambiente. Considerando, además, que el **Proyecto** se trata de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (**CFE**). Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un derecho de vía (DDV) de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km que conectará un parque solar que se encuentra en evaluación ante esa H. Secretaría con el número de bitácora 09/MG-0597/10/25, que transforma la radicación del Sol en energía eléctrica. Lo anterior, quiere decir, que se el **Proyecto** transmitirá energía limpia y renovable que constituye una acción directa de mitigación del cambio climático, provocado principalmente por la quema de combustibles fósiles que derivan en Gases de Efecto Invernadero (**GEI**) que calientan nuestro planeta. En este sentido, el **Proyecto** también es compatible con el artículo 25 de la **Constitución Federal,** ya que al generar energía renovable y limpia, es acorde con la definición de desarrollo sustentable, desarrollada por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas en el **Informe**
"Artículo 25. *Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo."*	

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Bruntland o Nuestro Futuro Común,[1] el cual señala que las generaciones presentes no deben consumir, agotar o comprometer los recursos naturales de las generaciones más jóvenes y futuras, de tal suerte que tengan los mismos recursos o más que las actuales. Se trata de un cambio en el paradigma, en el que el desarrollo económico debe garantizar la sustentabilidad y los recursos de las generaciones más jóvenes y futuras, como el presente **Proyecto,** tal y como lo resolvió la Suprema Corte de Justicia de la Nación (**Suprema Corte**), aplicable para todo el territorio nacional, en la controversia constitucional 212/2018 así resolvió: *"93. […] la postura sostenida tradicionalmente en relación con crecimiento económico a cualquier precio ha sido superada por una idea más integral de desarrollo, que no sólo atiende al aspecto económico, sino que considera otros elementos como la dimensión humana de la economía y la medioambiental. El paradigma de esta concepción es precisamente la idea de desarrollo sustentable que persigue tres objetivos:* *a. Un objetivo económico, consistente en la eficiencia en la utilización de los recursos y el crecimiento cuantitativo;* *b. Un objetivo social y cultural, a saber, la limitación de la pobreza, el mantenimiento de los diversos sistemas sociales y culturales y la equidad social; y* *c. Un objetivo ecológico, relativo a la preservación de los sistemas físicos y biológicos — recursos naturales, en sentido amplio— que sirven de soporte a la vida de los seres humanos, tutelando con ello diversos derechos inherentes a las personas, como lo son el derecho a la vida, a la salud, a la alimentación y al agua, entre otros.* *105. Esta Sala advierte que esta forma de proteger el medio ambiente y de concebir al desarrollo sustentable, puede implicar renunciar hoy a ciertas oportunidades de aparente desarrollo económico en el corto plazo, sin embargo, a la larga, la conservación de las especies, la protección de la biodiversidad, aumentarán las posibilidades de desarrollo sostenible y duradero. En este contexto, el principio de equidad intergeneracional debe resaltarse como componente esencial del desarrollo sustentable.* *106. Este Alto Tribunal, atendiendo a la emergencia planetaria decretada por la Organización de Naciones Unidas advierte que esta forma de proteger al medio ambiente y de concebir al desarrollo*

[1] CMMAD, Informe Bruntland, A/42/427, 04 de agosto de 1987, Español, AGNU, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	—sustentable— es la única viable ante la crisis medioambiental mundial que enfrentamos como humanidad." Sumado a lo anterior el Tercer Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito, resolvió en la tesis No. I.3o.C.7 CS (11a.) que "*es responsabilidad del Estado Mexicano y de todos los poderes públicos que lo integran, acatar los principios ambientales para garantizar que se respete el derecho a un medio ambiente sano previsto tanto en el artículo 4o. de la Constitución General, como en el artículo 11 del Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales "Protocolo de San Salvador", así como los compromisos pactados por el Estado Mexicano en el Protocolo de Kioto [reducción de gases de efecto invernadero (GEI)], el Acuerdo de París (combate al cambio climático) y los principios de la Declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, pues la lucha por la sobrevivencia de la vida sobre el planeta tierra debe ser un esfuerzo conjunto en el que todas las autoridades, de todos los niveles, se sumen para generar las condiciones necesarias a efecto de revertir y detener las condiciones adversas provocadas por el cambio climático."* En conclusión, este **Proyecto,** la transmisión de energía eléctrica limpia, encuentra un punto de equilibrio entre el desarrollo económico y la protección al medio ambiente, además de que contribuye a cumplir con las obligaciones del Estado Mexicano para reducir sus emisiones de **GEI** y garantizar un clima sano.
***"Artículo 27**. […] En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad. […]"*	En atención al mandato de esta disposición de la **Constitución Federal**, surgen la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, considerando que es necesario regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En virtud de ello, condicionan las actividades de los particulares a la realización de estudios, como lo es el presente **DTU-BR**, para obtener la aprobación correspondiente de la autoridad. Por tal motivo, el presente **Proyecto** se vincula y es congruente con las disposiciones jurídicas mencionadas, en el entendido de que se somete a evaluación de esa autoridad el **DTU-BR** que nos ocupa, cumpliendo con ello con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y, con ello, el artículo 27 constitucional.

III.2 TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES

El artículo 2, inciso a de la Convención de Viena sobre el Derecho define los Tratados Internacionales como aquellos acuerdos celebrados entre 2 o más Estados como entidades soberanas entre sí, y que son regidos por el Derecho Internacional. Estos acuerdos pueden abordar asuntos diplomáticos, económico, culturales, ambientales o en general cualquier disposición que resulte de interés de los Estados contratantes.

En México, éstos encuentran su fundamento en el artículo 76 fracción I y el artículo 133 de la **CPEUM** donde se dispone que los tratados internacionales celebrados por el titular del ejecutivo, que estén de acuerdo con la **Constitución** y que hayan sido aprobados por el Senado de la República son Ley Suprema para efectos de aplicación dentro del territorio mexicano. En este sentido, en el presente apartado se analizaron aquellos que tienen mayor relevancia en materia ambiental. De ahí que en este apartado se vinculen los principales tratados que resultan aplicables al **Proyecto.**

III.2.1. CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (**CMNUCC**) entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Hoy en día ha sido ratificada casi universalmente.[2] Los 197 países que han ratificado la Convención se denominan Partes en la Convención. La **CMNUCC** es una "*Convención de Río*", una de las dos abiertas a la firma en la "*Cumbre de la Tierra de Río*" en 1992.

Nuestro país ratificó la **CMNUCC** el 11 de marzo de 1993[3] y desde entonces es obligatoria para México. Dicha convención fue el primer esfuerzo jurídico-obligatorio para luchar contra las emisiones de **GEI** y el cambio climático que amenaza la vida de nuestra especie y de otros seres vivos en el planeta.

El objetivo del Convenio es lograr la estabilización de las concentraciones de **GEI** en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. La Convención establece un marco general para los esfuerzos intergubernamentales para hacer frente los desafíos provocados por el cambio climático.

Por ello, se analizan los preceptos que inciden con el desarrollo del **Proyecto**, así como su vinculación con el mismo a fin de destacar que éste no contraviene los preceptos constitucionales.

Tabla III. 2 Vinculación del Proyecto con la CMNUCC

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
"Artículo 2. *Objetivo. El objetivo último de la presente Convención y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes, es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida*	El **Proyecto** es compatible con los preceptos de la **CMNUCC** ya que se somete a evaluación de impacto ambiental, la cual tiene como finalidad prevenir, mitigar y compensar los daños ambientales.

[2] ONU, Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, s.f. Disponible en: https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico

[3] ONU, Observatorio del Principio 10 en América Latina y el Caribe, **CMNUCC,** disponible en: https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/convencion-marco-naciones-unidas-cambio-climatico

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible."	Asimismo, como el **Proyecto** se trata de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas aisladas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un derecho de vía (DDV) de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km. Dichas líneas conectarán a un parque solar que transforma la radicación del Sol en energía eléctrica (que ya está en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría con folio No. 09/MG-0597/10/25), se trata de un proyecto de desarrollo sustentable, que transmite energía renovable y limpia sin generar **GEI.** Este **Proyecto** no sólo cubre las necesidades de abastecimiento de energía eléctrica de la población mexicana, sino que forma parte de la transición energética, que busca cambiar las fuentes de energía de quema de combustibles fósiles, por energías renovables o limpias que no emitan **GEI, por lo que además, se trata de una acción directa de mitigación del cambio climático.** En este sentido, si bien es cierto la **CMNUCC** estableció el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, es decir, que los países que más han contaminado y emitido **GEI,** son los que deben poner mayores esfuerzos para reducir sus emisiones. Esto no quiere decir que México esté exento de llevar a cabo la transición, ya que: 1. Nuestro país bajó un nivel, ya que antes éramos el número 13 como mayores emisores de **GEI** a nivel mundial,[4] sin embargo en 2024, se reporta que ahora somos el número 12.[5] Esto es una clara muestra que este tipo de **Proyectos** como el que se somete a evaluación son necesarios para lograr el desarrollo sustentable del País y tomar medidas urgentes, para reducir nuestras emisiones de **GEI.** 2. El que seamos un país de desarrollo medio, no nos exime del cumplimiento con la reducción de **GEI** y adopción de medidas de mitigación, como la transición energética de proyectos como el que se comete, tal y como lo resolvió la **Suprema Corte en el amparo en revisión 888/2018,** indicando que *"el Estado mexicano, incluidas las entidades federativas y Municipios que lo conforman, son partes del citado Convenio, tienen el*
*"**Artículo 3 Principios.** Las Partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo de la Convención y aplicar sus disposiciones, se guiarán, entre otras cosas, por lo siguiente:* *1. Las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las Partes que son países desarrollados deberían tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos.* *2.* ***Deberían tenerse plenamente en cuenta las necesidades específicas y las circunstancias especiales de las Partes que son países en desarrollo, especialmente aquellas que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, y las de aquellas Partes, especialmente las Partes que son países en desarrollo, que tendrían que soportar una carga anormal o desproporcionada en virtud de la Convención****.* *3. Las Partes deberían tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos. Cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no debería utilizarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer tales medidas, teniendo en cuenta que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático deberían ser eficaces en función de los costos a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible****. A tal fin, esas políticas y medidas deberían tener en cuenta los distintos contextos socioeconómicos, ser integrales, incluir todas las fuentes, sumideros y depósitos pertinentes de gases de efecto invernadero y abarcar todos los sectores económicos. Los esfuerzos para hacer frente al cambio climático pueden llevarse a cabo en cooperación entre las Partes interesadas.*** ***4. Las Partes tienen derecho al desarrollo sostenible y deberían promoverlo. Las***	

[4] WRI, This Interactive Chart Shows Changes in the World's Top 10 Emitters, marzo de 2023.. Disponible en : https://www.wri.org/insights/interactive-chart-shows-changes-worlds-top-10-emitters

[5] European Commission, GHG emissions of all world countries, Disponible en : https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
políticas y medidas para proteger el sistema climático contra el cambio inducido por el ser humano deberían ser apropiadas para las condiciones específicas de cada una de las Partes y estar integradas en los programas nacionales de desarrollo, teniendo en cuenta que el crecimiento económico es esencial para la adopción de medidas encaminadas a hacer frente al cambio climático. […]"	*deber de combatir los efectos del cambio climático, por lo que no es factible alegar una supuesta calificación del Estado mexicano, y en el caso del Estado de Zacatecas, como un "país en desarrollo" o "en vías de desarrollo", para no cumplir con tal deber."*[6] Sumado a lo anterior el Tercer Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito, resolvió en la tesis No. I.3o.C.7 CS (11a.) que "*es responsabilidad del Estado Mexicano y de todos los poderes públicos que lo integran, acatar los principios ambientales para garantizar que se respete el derecho a un medio ambiente sano previsto tanto en el artículo 4o. de la Constitución General, como en el artículo 11 del Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales "Protocolo de San Salvador", así como los compromisos pactados por el Estado Mexicano en el Protocolo de Kioto [reducción de gases de efecto invernadero (GEI)], el Acuerdo de París (combate al cambio climático) y los principios de la Declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, pues la lucha por la sobrevivencia de la vida sobre el planeta tierra debe ser un esfuerzo conjunto en el que todas las autoridades, de todos los niveles, se sumen para generar las condiciones necesarias a efecto de revertir y detener las condiciones adversas provocadas por el cambio climático."*
"Artículo 4. Compromisos. ***1. Todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, de sus objetivos y de sus circunstancias, deberán:*** ***[…]*** ***f) Tener en cuenta, en la medida de lo posible, las consideraciones relativas al cambio climático en sus políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes y emplear métodos apropiados, por ejemplo evaluaciones del impacto, formulados y determinados a nivel nacional, con miras a reducir al mínimo los efectos adversos en la economía, la salud pública y la calidad del medio ambiente, de los proyectos o medidas emprendidos por las Partes para mitigar el cambio climático o adaptarse a él*** ***[…]*** ***2.*** *Las Partes que son países desarrollados* ***y las demás Partes incluidas en el anexo I se comprometen específicamente a lo que se estipula a continuación:*** ***a) Cada una de esas Partes adoptará políticas nacionales y tomará las medidas correspondientes de mitigación del cambio climático, limitando sus emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero y protegiendo y mejorando sus sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero. Esas políticas y medidas demostrarán que los países desarrollados están tomando la iniciativa en lo que respecta a modificar las tendencias a más largo plazo de las emisiones antropógenas de manera acorde con el objetivo de la presente Convención, reconociendo que el regreso antes de fines del decenio actual a los niveles anteriores de emisiones antropógenas de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal contribuiría a tal modificación, y teniendo en cuenta las diferencias de puntos de partida y enfoques, estructuras económicas y bases de recursos de esas Partes, la necesidad de mantener un crecimiento económico fuerte y sostenible, las tecnologías disponibles y otras circunstancias individuales, así como la necesidad de que cada una de***	

[6] SCJN. Segunda Sala, 2a. XXXIX/2020 (10a.), Registro digital: 2022295, Décima Época, Gaceta del Semanario Judicial de la Federación, Libro 79, octubre de 2020, Tomo I, p. 1029.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
esas Partes contribuya de manera equitativa y apropiada a la acción mundial para el logro de ese objetivo. Esas Partes podrán aplicar tales políticas y medidas conjuntamente con otras Partes y podrán ayudar a otras Partes a contribuir al objetivo de la Convención y, en particular, al objetivo de este inciso;"	

III.2.2. ACUERDO DE PARÍS

El Acuerdo de París es un tratado sobre el cambio climático jurídicamente vinculante, con el fin de renovar y hacer más ambiciosos los compromisos climáticos de la **CMNUCC**. Fue adoptado por 196 Partes en la COP21 en París, el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016. Ente ellos, México lo ratificó el 21 de septiembre de 2016 y por lo tanto es obligatorio desde esa fecha.[7]

El objetivo del Acuerdo de París es limitar el calentamiento global muy por debajo de 2º C, y preferiblemente a 1,5 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales. Para alcanzar este objetivo de temperatura a largo plazo, los países se proponen alcanzar el máximo de las emisiones de **GEI** lo antes posible para lograr un planeta con clima neutro para mediados de siglo.[8]

El Acuerdo de París es un hito en el proceso multilateral del cambio climático porque, por primera vez, un acuerdo vinculante hace que todos los países se unan en una causa común para emprender esfuerzos ambiciosos para combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos.

Tabla III. 3 Vinculación del Proyecto con el Acuerdo de París

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
"Artículo 2. *1. El presente Acuerdo, al mejorar la aplicación de la Convención, incluido el logro de su objetivo, tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello: a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;* *[…]* *2. El presente Acuerdo se aplicará de modo que refleje la equidad y el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales."*	El **Proyecto** es compatible con los preceptos de la **CMNUCC** ya que se somete a evaluación de impacto ambiental, la cual tiene como finalidad prevenir, mitigar y compensar los daños ambientales. Asimismo, como el **Proyecto** se trata de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km., mismas que conectarán a un parque solar que transforma la radicación del Sol en energía eléctrica (que ya está en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría con folio No. 09/MG-0597/10/25), se trata de un proyecto de desarrollo
"Artículo 4 1. Para cumplir el objetivo a largo plazo referente a la temperatura que se establece en el artículo 2, las Partes se proponen lograr que las emisiones	

[7] CEPAL. Observatorio del Principio 10, Acuerdo de París. Disponible en : https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/acuerdo-paris-la-convencion-marco-cambio-climatico

[8] Acuerdo de París, ¿Qué es el Acuerdo de París?. Disponible en: https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, teniendo presente que las Partes que son países en desarrollo tardarán más en lograrlo, y a partir de ese momento reducir rápidamente las emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la mejor información científica disponible, para alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo, sobre la base de la equidad y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza. *[…]* ***4.** Las Partes que son países desarrollados deberían seguir encabezando los esfuerzos, adoptando metas absolutas de reducción de las emisiones para el conjunto de la economía. **Las Partes que son países en desarrollo deberían seguir aumentando sus esfuerzos de mitigación, y se las alienta a que, con el tiempo, adopten metas de reducción o limitación de las emisiones para el conjunto de la economía, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales***	sustentable, que transmite energía renovable y limpia sin generar **GEI.** Este **Proyecto** no sólo cubre las necesidades de abastecimiento de energía eléctrica de la población mexicana, sino que forma parte de la transición energética, que busca cambiar las fuentes de energía de quema de combustibles fósiles, por energías renovables o limpias que no emitan **GEI, por lo que además, se trata de una acción directa de mitigación del cambio climático.** En este sentido, si bien es cierto la **CMNUCC** estableció el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, es decir, que los países que más han contaminado y emitido **GEI,** son los que deben poner mayores esfuerzos para reducir sus emisiones. Esto no quiere decir que México esté exento de llevar a cabo la transición, ya que: 1. Nuestro país bajó un nivel, ya que antes éramos el número 13 como mayores emisores de **GEI** a nivel mundial,[9] sin embargo en 2024, se reporta que ahora somos el número 12.[10] Esto es una clara muestra que este tipo de **Proyectos** como el que se somete a evaluación son necesarios para lograr el desarrollo sustentable del País y tomar medidas urgentes, para reducir nuestras emisiones de **GEI.** 2. El que seamos un país de desarrollo medio, no nos exime del cumplimiento con la reducción de **GEI** y adopción de medidas de mitigación, como la transición energética de proyectos como el que se comete, tal y como lo resolvió la **Suprema Corte en el amparo en revisión 888/2018,** indicando que *"el Estado mexicano, incluidas las entidades federativas y Municipios que lo conforman, son partes del citado Convenio, tienen el deber de combatir los efectos del cambio climático, por lo que no es factible alegar una supuesta calificación del Estado mexicano, y en el caso del Estado de Zacatecas, como un "país en desarrollo" o "en vías de desarrollo", para no cumplir con tal deber."*[11] Sumado a lo anterior el Tercer Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito, resolvió en la tesis No. I.3o.C.7 CS (11a.) que "*es responsabilidad del Estado Mexicano y de todos los poderes públicos que lo integran, acatar los principios ambientales para garantizar que se respete el derecho a un medio ambiente sano previsto tanto en el artículo 4o. de la Constitución General, como*
Artículo 6.** […]* *4. Por el presente se establece un mecanismo para contribuir a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y apoyar el desarrollo sostenible, que funcionará bajo la autoridad y la orientación de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Acuerdo y podrá ser utilizado por las Partes a título voluntario. El mecanismo será supervisado por un órgano que designará la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Acuerdo, y tendrá por objeto:* ***a) Promover la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentando al mismo tiempo el desarrollo sostenible; ***b) Incentivar y facilitar la participación, en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de las entidades públicas y privadas que cuenten con la autorización de las Partes;*** *[…]* ***a) Promover la ambición relativa a la mitigación y la adaptación;*** ***b) Aumentar la participación de los sectores público y privado en la aplicación de las contribuciones determinadas a nivel nacional; y"***	

[9] WRI, This Interactive Chart Shows Changes in the World's Top 10 Emitters, marzo de 2023.. Disponible en : https://www.wri.org/insights/interactive-chart-shows-changes-worlds-top-10-emitters
[10] European Commission, GHG emissions of all world countries, Disponible en : https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024
[11] SCJN. Segunda Sala, 2a. XXXIX/2020 (10a.), Registro digital: 2022295, Décima Época, Gaceta del Semanario Judicial de la Federación, Libro 79, octubre de 2020, Tomo I, p. 1029.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	en el artículo 11 del Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales "Protocolo de San Salvador", así como los compromisos pactados por el Estado Mexicano en el Protocolo de Kioto [reducción de gases de efecto invernadero (GEI)], el Acuerdo de París (combate al cambio climático) y los principios de la Declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, pues la lucha por la sobrevivencia de la vida sobre el planeta tierra debe ser un esfuerzo conjunto en el que todas las autoridades, de todos los niveles, se sumen para generar las condiciones necesarias a efecto de revertir y detener las condiciones adversas provocadas por el cambio climático." El **Proyecto** que se somete a evaluación, al ser una medida de mitigación del cambio climático, va en el mismo rumbo que el resto del mundo, en el que las economías ya están transitando hacia energías más limpias y renovables; y con base en ello, México debe facilitar a que el sector público y privado adopten y lleven a cabo este tipo de parques solares, ya que a la larga representan costos más bajos y accesibles para las y los mexicanos, aunado a que garantizan un medio ambiente sano, en su vertiente de clima seguro para las generaciones más jóvenes y futuras. Por lo tanto, se trata de un **Proyecto** que mitiga las emisiones de gases de efecto invernadero y al mismo tiempo, encuentra un punto de equilibrio entre el desarrollo económico y el cuidado a los recursos naturales, comúnmente conocido como desarrollo sustentable. Además, el **Proyecto** es el reflejo de aumento de la participación privada en el cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional de México.

III.2.3. CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

El Convenio Sobre La Diversidad Biológica (**CDB**) fue adoptado en 1992 en Nairobi y se abrió a la firma de las Partes en Río de Janeiro, Brasil, el 5 de junio de 1992, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. El 13 de junio de 1992 México firmó *ad referedum* este Convenio y fue aprobado por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre de 1992; el instrumento de ratificación fue depositado ante el Secretariado de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993[12]; y finalmente se publicó en el Diario Oficial de la Federación (**DOF**) para su debida observancia el 7 de mayo de 1993. Sus objetivos son (Artículo 1):

1. La conservación de la diversidad biológica;

[12] Cepal, **CDB,** Observatorio del Principio 10 en América Latina y el Caribe, Estatus de Firmas y Ratificaciones, consultable en: https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/convenio-la-diversidad-biologica

2. La utilización sostenible de sus componentes; y

3. La participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

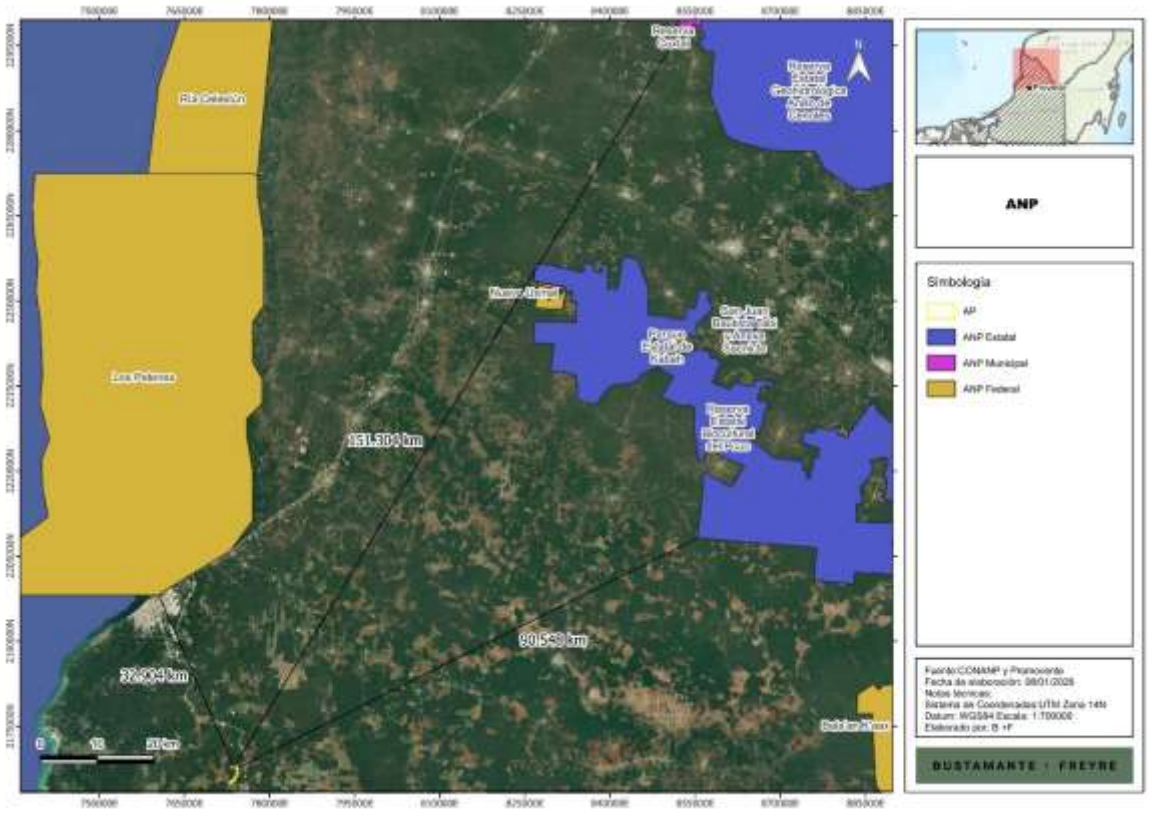
El **CDB** enfatiza en su artículo 3, el derecho de los Estados de explotar sus propios recursos en aplicación de su política ambiental propia y la obligación complementaria de que las actividades que se realicen dentro de su jurisdicción no perjudiquen al medio que se encuentre fuera de su jurisdicción.

Tabla III. 4 Vinculación del Proyecto con el CDB

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
***"Artículo 1**. Objetivos Los objetivos del presente Convenio, que se han de perseguir de conformidad con sus disposiciones pertinentes, son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada."*	El **Proyecto** es compatible con dicho artículo toda vez que no lleva a cabo ningún uso, aprovechamiento o explotación de la diversidad biológica, aunado al hecho que al ser una línea de transmisión aislada, que conectará un parque solar que genera energía limpia y renovable (mismo que ya está en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría con bitácora No. 09/MG-0597/10/25), por lo que la línea de transmisión tiene como objetivo desarrollar crecimiento económico, sin comprometer los recursos naturales y diversidad biológica para las generaciones más jóvenes y futuras.
*"**Artículo 8.** Conservación in situ Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:* *a) Establecerá un sistema de áreas protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica;* *[…]* *d) Promoverá la protección de ecosistemas y habitats naturales y el mantenimiento de poblaciones viables de especies en entornos naturales;* *e) Promoverá un desarrollo ambiental mente adecuado y sostenible en zonas adyacentes a áreas protegidas, con miras a aumentar la protección de esas zonas;"*	Respecto de la conservación *in situ*, es obligación de las partes en medida de sus posibilidades, establecer áreas protegidas para la conservación de la diversidad biológica, la protección de ecosistemas naturales, establecer legislación para la protección de especies amenazadas, entre otras. No obstante, el presente **Proyecto** no incide con áreas naturales protegidas, aunado al hecho que el propio convenio permite llevar a cabo actividades sustentables en las zonas adyacentes de tales áreas. Por lo que la Línea de Transmisión es compatible con dichas áreas.

En tal sentido, el **Proyecto** se apega a lo previsto en el **CDB**, en tanto que se desarrollará con respeto a lo establecido por el Estado para la protección de la diversidad biológica, al no interferir con áreas naturales protegidas, buscando proteger con ello a los ecosistemas y a las especies, aunado que se trata de una actividad sustentable, permitida en las zonas adyacentes a tales áreas, tal y como se observa en la siguiente imagen:

Figura III. 1 Proyecto en Relación con las Áreas Naturales Protegidas



Como puede observar el **Proyecto** no incide en áreas naturales protegidas y las más cercanas son las áreas naturales protegidas federales de "Los Petenes" a 32.904km y las estatales denominadas "Reserva Estatal Geohidrológica Anillo de Cenotes" a 151.304 km y Reserva Estatal Biocultural del Pucc" a 90.548 km.

III.2.4. CONVENCIÓN RELATIVA A LOS HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL (RAMSAR)

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (**Convención Ramsar**), tratado del que México es parte desde el 04 de noviembre de 1986.[13] Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971 (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2016).

En México, la **Convención Ramsar** fue aprobada por la Cámara de Senadores del Congreso de la Unión el 20 de diciembre de 1984 y fue publicada en el Diario Oficial de la Federación los días 24 de enero y 18 de julio del año 1985. El instrumento de adhesión de la Convención fue firmado el 23 de

[13] **Convención RAMSAR,** La Lista de Ramsar, consultable en: https://www.ramsar.org/es/nuestro-trabajo/humedales-de-importancia-internacional/la-lista-de-ramsar

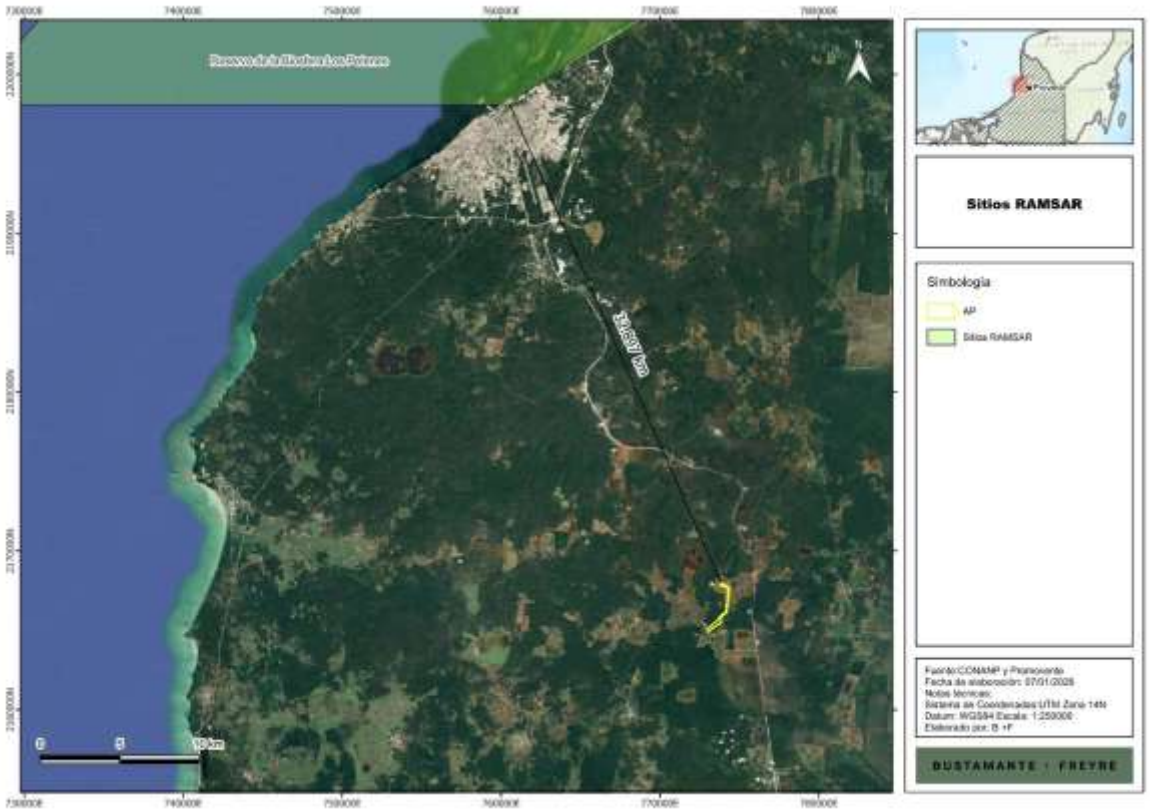
julio de 1985 y depositado ante el Director General de la **UNESCO** el 4 de julio de 1986 (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2016).

Esta Convención tiene como uno de sus objetivos principales el impedir ahora y en el futuro las progresivas intrusiones en y pérdida de humedales, en virtud del gran valor económico, cultural, científico y recreativo que representan. Entendiendo por humedal en términos de su artículo 1:

> *"[...] las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros."*

En nuestro país hay 144 humedales que cumplen los requisitos que señala la Convención, sumando un total de 8.721.911 ha.[14] En este sentido, de la revisión que se hizo del área del Proyecto, se pudo determinar que no incide en ningún sitio Ramsar, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura III. 2 Ubicación del Proyecto en relación con Sitios Ramsar.



[14]Ramsar La Convención sobre los Humedales, consultable en: https://www.ramsar.org/es

Aun y cuando el **Proyecto** como se ilustra se encuentra a una distancia considerable de 32.897 km del sitio Ramsar más cercano (Reserva de la Biósfera de los Petenes), estará atento para evitar cualquier área sensible de carácter ambiental.

III.2.5. CONVENIO DE BASILEA SOBRE EL CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS TRANSFRONTERIZOS DE LOS DESECHOS PELIGROSOS Y SU ELIMINACIÓN

El Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (**Convenio de Basilea**), tiene como objeto reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y su movimiento transfronterizo y fue ratificado por los Estados Unidos Mexicanos el 22 de febrero de 1991. [15]

Debido a la naturaleza del **Proyecto**, se van a generar distintos tipos de residuos en las distintas etapas del **Proyecto**. De acuerdo con la clasificación correspondiente se generarán residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, en las cantidades ya descritas en el capítulo II del presente **DTU-BR**. Estos residuos serán manejados de acuerdo con lo previsto en la legislación federal, estatal y municipal aplicable, de acuerdo con el Programa de manejo integral de residuos del **Proyecto** y, su disposición final se realizará, en el caso de los residuos peligrosos, únicamente con Prestadores de Servicios debidamente autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**), de acuerdo a las disposiciones aplicables en la materia.

Finalmente, es de suma relevancia hacer notar que no se pretende realizar movimiento transfronterizo de residuos contenidos en los anexos del **Convenio de Basilea**, por lo tanto, el **Proyecto** es compatible con dicho tratado.

III.2.6. CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (**Convención CITES**) busca la conservación de las especies amenazadas sujetas al comercio internacional, así como al aprovechamiento sustentable y la conservación de la biodiversidad. México se convirtió parte de este tratado el 2 de julio de 1991.[16]

En relación con este instrumento se debe señalar que el **Proyecto** no contempla el aprovechamiento y/o comercialización de fauna y flora silvestre y, por el contrario, contará con medidas de prevención y mitigación específicas en materia de fauna, para lo cual se realiza la vinculación correspondiente:

Tabla III. 5 Vinculación del Proyecto con la Convención CITES

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
"Artículo II. Principios fundamentales *1. El Apéndice I incluirá todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el*	El **Proyecto** es compatible con dicho artículo toda vez que no lleva a cabo ningún uso, aprovechamiento, explotación o comercio de especies, aunado al hecho, que al ser una línea

[15] **Convenio de Basilea,** Ratificaciones y firmas, Observatorio del Principio 10 en América Latina y el Caribe, consultable en: https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/convenio-basilea-control-movimientos-transfronterizos-deshechos-peligrosos-su-eliminacion

[16] **CITES,** *List of Contracting Parties*, consultable en : https://cites.org/esp/disc/parties/chronolo.php

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
comercio. El comercio en especímenes de estas especies deberá estar sujeto a una reglamentación particularmente estricta a fin de no poner en peligro aún mayor su supervivencia y se autorizará solamente bajo circunstancias excepcionales."	de transmisión que aislada que conectará un parque solar que genera energía limpia y renovable (mismo que ya está en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría con bitácora No. 09/MG-0597/10/25, genera energía limpia y renovable) por lo que el **Proyecto** tiene como objetivo desarrollar crecimiento económico, sin comprometer los recursos naturales y las especies de seres vicios para las generaciones más jóvenes y futuras. Asimismo, se implementará el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, **Programa de rescate y reubicación de flora,** con especial énfasis en las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, un **Programa de rescate y reubicación de flora;** y un **Programa de Restauración y Reforestación** tal y como se describe en el capítulo VII del presente **DTU-BR**. En suma, a ello, además de un **Programa de Educación Ambiental,** con lo cual se garantiza el cumplimiento y respeto a la convención en mención.
".Artículo III. *Reglamentación del comercio en especímenes de especies incluidas en el Apéndice I* *Todo comercio en especímenes de especies incluidas en el Apéndice I se realizará de conformidad con las disposiciones del presente Artículo.* ***2.*** *La exportación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice I requerirá la previa concesión y presentación de un permiso de exportación, el cual únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos:* *[…]"*	

III.2.7. Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte

El Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (**ACAAN**) es el tratado regional en materia ambiental paralelo al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), hoy Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá, (**T-MEC**) que dio origen a la Comisión para la Cooperación Ambiental (**CCA**). En los últimos 24 años, la **CCA** ha sido la principal institución regional mediante la cual los socios del **T-MEC** abordan asuntos ambientales de interés común a través de la cooperación.

Por lo que se realiza la vinculación del **Proyecto** con el **ACANN**:

Tabla III. 6 Vinculación del Proyecto con el ACANN

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
"Artículo 1: Objetivos Los objetivos de este Acuerdo son: *(a) alentar la protección y el mejoramiento del medio ambiente en territorio de las Partes, para el bienestar de las generaciones presentes y futuras;* ***(b) promover el desarrollo sustentable a partir de la cooperación y el apoyo mutuo en políticas ambientales y económicas;*** *[…]* ***(j) promover políticas y prácticas para prevenir la contaminación."***	El **Proyecto** se trata de dos líneas de transmisión de energía eléctrica limpia, se trata de un proyecto de desarrollo sustentable, que utiliza energía renovable y limpia sin generar **GEI.** 1. Este **Proyecto** no sólo cubre las necesidades de abastecimiento de energía eléctrica de la población mexicana, sino que forma parte de la transición energética, **que** busca cambiar las fuentes de energía de quema de combustibles fósiles, por energías renovables o limpias que no emitan **GEI, por lo que además, se trata de una acción directa de mitigación del cambio climático.** 3. 1. Nuestro país bajó un nivel, ya que antes éramos el número 13 como mayores emisores de **GEI** a nivel

	mundial,[17] sin embargo en 2024, se reporta que ahora somos el número 12.[18] Esto es una clara muestra que este tipo de **Proyectos** como el que se somete a evaluación son necesarios para lograr el desarrollo sustentable del País y tomar medidas urgentes, para reducir nuestras emisiones de **GEI.** 2. El que seamos un país de desarrollo medio, no nos exime del cumplimiento con la reducción de **GEI** y adopción de medidas de mitigación, como la transición energética de proyectos como el que se comete, tal y como lo resolvió la **Suprema Corte en el amparo en revisión 888/2018,** indicando que *"el Estado mexicano, incluidas las entidades federativas y Municipios que lo conforman, son partes del citado Convenio, tienen el deber de combatir los efectos del cambio climático, por lo que no es factible alegar una supuesta calificación del Estado mexicano, y en el caso del Estado de Zacatecas, como un "país en desarrollo" o "en vías de desarrollo", para no cumplir con tal deber."*[19] Sumado a lo anterior el Tercer Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito, resolvió en la tesis No. I.3o.C.7 CS (11a.) que "*es responsabilidad del Estado Mexicano y de todos los poderes públicos que lo integran, acatar los principios ambientales para garantizar que se respete el derecho a un medio ambiente sano previsto tanto en el artículo 4o. de la Constitución General, como en el artículo 11 del Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales "Protocolo de San Salvador", así como los compromisos pactados por el Estado Mexicano en el Protocolo de Kioto [reducción de gases de efecto invernadero (GEI)], el Acuerdo de París (combate al cambio climático) y los principios de la Declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, pues la lucha por la sobrevivencia de la vida sobre el planeta tierra debe ser un esfuerzo conjunto en el que todas las autoridades, de todos los niveles, se sumen para generar las condiciones necesarias a efecto de revertir y detener las condiciones adversas provocadas por el cambio climático.*" El **Proyecto** que se somete a evaluación, al ser una medida de mitigación del cambio climático, va en el mismo rumbo que el resto del mundo, en el que las economías ya están transitando hacia energías más limpias y renovables; y con base en ello, México debe facilitar a que el sector público y privado adopten y lleven a cabo este tipo de parques solares, ya que a la larga representan costos más bajos y accesibles para las y los

[17] WRI, This Interactive Chart Shows Changes in the World's Top 10 Emitters, marzo de 2023.. Disponible en : https://www.wri.org/insights/interactive-chart-shows-changes-worlds-top-10-emitters
[18] European Commission, GHG emissions of all world countries, Disponible en : https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024
[19] SCJN. Segunda Sala, 2a. XXXIX/2020 (10a.), Registro digital: 2022295, Décima Época, Gaceta del Semanario Judicial de la Federación, Libro 79, octubre de 2020, Tomo I, p. 1029.

	mexicanos, aunado a que garantizan un medio ambiente sano, en su vertiente de clima seguro para las generaciones más jóvenes y futuras.
Artículo 2: 1. Compromisos generales Con relación a su territorio, cada una de las Partes: *[…]* ***(e) evaluará los impactos ambientales, cuando proceda; y"***	El **Proyecto** es compatible con los preceptos del **ACANN** ya que se somete el **DTU-BR** a evaluación de impacto ambiental, la cual tiene como finalidad prevenir, mitigar y compensar los daños ambientales. Por lo tanto, el promovente como la autoridad dan cumplimiento a este lineamiento del **ACAAN.**

III.2.8. CONVENIO ENTRE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA SOBRE COOPERACIÓN PARA LA PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ZONA FRONTERIZA

El Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza (**Convenio México-Estados Unidos en la Zona Fronteriza**) fue publicada en el **DOF** el 22 de marzo de 1984. Dicho convenio se vincula a continuación:

Tabla III. 7 Vinculación del Proyecto con el Convenio México-Estados Unidos en la Zona Fronteriza

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
"Artículo 1: *Los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América, en adelante referidos como las Partes, acuerdan cooperar en el campo de la protección ambiental en la zona fronteriza sobre la base de igualdad, reciprocidad y beneficio mutuo. Los objetivos del presente Convenio son establecer las bases para la cooperación entre las Partes en la protección, mejoramiento y conservación del medio ambiente y los problemas que lo afectan, así como acordar las medidas necesarias para prevenir y controlar la contaminación en la zona fronteriza, y proveer el marco para el desarrollo de un sistema de notificación para situaciones de emergencia. Dichos objetivos podrán ser propiciados sin perjuicio de la cooperación que las Partes pudieran acordar llevar a cabo fuera de la zona fronteriza."*	El **Proyecto** se trata de dos líneas de transmisión de energía eléctrica limpia, que conectarán un parque solar que ya están en evaluación de impacto ante esa H. Secretaría, por ello, se trata de un proyecto de desarrollo sustentable, que utiliza energía renovable y limpia sin generar **GEI.** 1. Este **Proyecto** no sólo cubre las necesidades de abastecimiento de energía eléctrica de la población mexicana, sino que forma parte de la transición energética, que busca cambiar las fuentes de energía de quema de combustibles fósiles, por energías renovables o limpias que no emitan **GEI, por lo que además, se trata de una acción directa de mitigación del cambio climático y de eliminación de la contaminación del aire.** 2. Nuestro país bajó un nivel, ya que antes éramos el número 13 como mayores emisores de **GEI** a nivel mundial,[20] sin embargo en 2024, se reporta que ahora somos el número 12.[21] Esto es una clara muestra que este tipo de **Proyectos** como el que se somete a evaluación son necesarios para lograr el desarrollo sustentable del País y tomar medidas urgentes, para reducir nuestras emisiones de **GEI.** 3. El que seamos un país de desarrollo medio, no nos exime del cumplimiento con la reducción de **GEI** y
"Artículo 2*. Las Partes se comprometen, en la medida de lo posible, a adoptar las medidas apropiadas para prevenir, reducir y eliminar fuentes de contaminación en su territorio respectivo que afecten la zona fronteriza de la otra.* *Adicionalmente, las Partes cooperarán en la solución de problemas ambientales de interés común en la zona fronteriza, de conformidad con las disposiciones de este Convenio."*	
"Artículo 4. *Para el propósito de este Convenio deberá entenderse que la "zona fronteriza" es el área situada hasta 100 kilómetros de ambos lados de las líneas divisorias terrestres y marítimas entre las Partes."*	

[20] WRI, This Interactive Chart Shows Changes in the World's Top 10 Emitters, marzo de 2023.. Disponible en : https://www.wri.org/insights/interactive-chart-shows-changes-worlds-top-10-emitters

[21] European Commission, GHG emissions of all world countries, Disponible en : https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024

	adopción de medidas de mitigación, como la transición energética de proyectos como el que se comete, tal y como lo resolvió la **Suprema Corte en el amparo en revisión 888/2018,** indicando que *"el Estado mexicano, incluidas las entidades federativas y Municipios que lo conforman, son partes del citado Convenio, tienen el deber de combatir los efectos del cambio climático, por lo que no es factible alegar una supuesta calificación del Estado mexicano, y en el caso del Estado de Zacatecas, como un "país en desarrollo" o "en vías de desarrollo", para no cumplir con tal deber."*[22] Sumado a lo anterior el Tercer Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito, resolvió en la tesis No. I.3o.C.7 CS (11a.) que "*es responsabilidad del Estado Mexicano y de todos los poderes públicos que lo integran, acatar los principios ambientales para garantizar que se respete el derecho a un medio ambiente sano previsto tanto en el artículo 4o. de la Constitución General, como en el artículo 11 del Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales "Protocolo de San Salvador", así como los compromisos pactados por el Estado Mexicano en el Protocolo de Kioto [reducción de gases de efecto invernadero (GEI)], el Acuerdo de París (combate al cambio climático) y los principios de la Declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, pues la lucha por la sobrevivencia de la vida sobre el planeta tierra debe ser un esfuerzo conjunto en el que todas las autoridades, de todos los niveles, se sumen para generar las condiciones necesarias a efecto de revertir y detener las condiciones adversas provocadas por el cambio climático."* El **Proyecto** que se somete a evaluación, al ser una medida de mitigación del cambio climático, va en el mismo rumbo que el resto del mundo, en el que las economías ya están transitando hacia energías más limpias y renovables; y con base en ello, México debe facilitar a que el sector público y privado adopten y lleven a cabo este tipo de parques solares, ya que a la larga representan costos más bajos y accesibles para las y los mexicanos, aunado a que garantizan un medio ambiente sano, en su vertiente de clima seguro para las generaciones más jóvenes y futuras. El **Proyecto** aún y cuando no se localiza dentro de la zona fronteriza, por ser un estado con esta cualidad presenta una dinámica de relación con los Estados Unidos de América y al disminuirse los **GEI** que se esparcen por toda la región, favorece directamente al cumplimiento del **Convenio México-Estados Unidos en la Zona Fronteriza.**

[22] SCJN. Segunda Sala, 2a. XXXIX/2020 (10a.), Registro digital: 2022295, Décima Época, Gaceta del Semanario Judicial de la Federación, Libro 79, octubre de 2020, Tomo I, p. 1029.

III.2.9. CONVENIO 169 DE LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO SOBRE LOS PUEBLOS INDÍGENAS Y TRIBALES EN PAÍSES INDEPENDIENTES

El **Convenio 169** es un instrumento jurídico internacional vinculante que trata específicamente los derechos de los pueblos indígenas y tribales.

El 7 de junio de 1989 La Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo adopta el Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes (**Convenio 169**). El 05 de septiembre de 1990 México ratificó dicho convenio.

El **Convenio 169** no define quiénes son los pueblos indígenas o tribales, sino que adopta un enfoque práctico proporcionando solamente criterios para describir los pueblos que pretende proteger.

Es así, que el **Convenio 169** establece que el término "pueblos indígenas" se utiliza en un sentido genérico para referirse a un grupo social y cultural distinto que posee las siguientes características en diversos grados:

- La autodeterminación como miembros de un grupo de cultura indígena y el reconocimiento de su identidad por otros;

- Apego colectivo geográficamente a distintos hábitats o territorios ancestrales en la zona del proyecto y a los recursos naturales de estos hábitats y territorios;

- Instituciones culturales, económicas, sociales o políticas consuetudinarias que son independientes de los de la sociedad en general o la cultura; o

- Una lengua o dialecto distinto, a menudo diferente del idioma o idiomas oficiales del país o región en el que residen.

En ese sentido, existe un elemento poblacional perteneciente a un pueblo indígena, un territorio sobre el que se asienta, un determinado modo de organización o estructuración social en el que se identifican autoridades y un orden normativo de carácter consuetudinario.

Asimismo, el **Convenio 169** establece como obligación a los Estados firmantes garantizar la participación de los pueblos indígenas y el respeto a sus derechos, tal y como lo señala el Artículo 2° del Convenio, mismo que se transcribe para mayor referencia:

*"**Artículo 2.***
1. Los gobiernos deberán asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad.

2. Esta acción deberá incluir medidas:
a) Que aseguren a los miembros de dichos pueblos gozar, en pie de igualdad, de los derechos y oportunidades que la legislación nacional otorga a los demás miembros de la población;

b) Que promuevan la plena efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de esos pueblos, respetando su identidad social y cultural, sus costumbres y tradiciones, y sus instituciones;
c) Que ayuden a los miembros de los pueblos interesados a eliminar las diferencias socioeconómicas que puedan existir entre los miembros indígenas y los demás miembros de la comunidad nacional, de una manera compatible con sus aspiraciones y formas de vida."

Otro referente es la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos (**Corte IDH**), en la que se han establecido requisitos fundamentales para estimar que se trata de un sujeto de derecho a que se refiere **Convenio 169**, que son los siguientes:

1. Que exista un órgano de gobierno tradicional en donde se resuelvan las decisiones de especial trascendencia para el pueblo, organizado de acuerdo a sus prácticas milenarias.

2. La estrecha relación que hay entre grupo o pueblo indígena, de forma tal que esa vinculación ha permitido la generación del bien inmaterial llamado cultura dentro del cual se desarrolla la cosmovisión que tienen dichos grupos y que les define su identidad.

En palabras de la propia **Corte IDH en el caso *Pueblo Indígena Kichwa de Sarayaku Vs. Ecuador***:

"212. En relación con lo anterior, la Corte ha reconocido que ***"al desconocerse el derecho ancestral de las comunidades indígenas sobre sus territorios, se podría[n] estar afectando otros derechos básicos, como el derecho a la identidad cultural y la supervivencia misma de las comunidades indígenas y sus miembros".*** *Puesto que el goce y ejercicio efectivos del derecho a la propiedad comunal sobre "la tierra garantiza que los miembros de las comunidades indígenas conserven su patrimonio", los Estados deben respetar esa especial relación para garantizar su supervivencia social, cultural y económica.* ***Asimismo, se ha reconocido la estrecha vinculación del territorio con las tradiciones, costumbres, lenguas, artes, rituales, conocimientos y otros aspectos de la identidad de los pueblos indígenas, señalando que "en función de su entorno, su integración con la naturaleza y su historia, los miembros de las comunidades indígenas transmiten de generación en generación este patrimonio cultural inmaterial,*** *que es recreado constantemente por los miembros de las comunidades y grupos indígenas".*

Énfasis añadido.

Dichos elementos refieren al uso y la práctica de métodos propios para la elección de autoridades, la búsqueda de consensos de beneficio común y un sistema propio de impartición de justicia, en resumen, la presencia de un sistema de usos y costumbres.

Por otra parte, en el ámbito nacional, la **CPEUM** define a la nación mexicana como multicultural en función de la existencia de pueblos indígenas, a quienes se les reconoce como sujetos de derechos específicos.

El gobierno mexicano además del reconocimiento de estos derechos específicos ha implementado instrumentos para garantizar la participación y el desarrollo de los pueblos indígenas, entre los cuales destaca la consulta a los pueblos indígenas.

El artículo 2, inciso C de la **Constitución Federal**, señala que:

> *"Los pueblos y comunidades afromexicanas se integran por descendientes de personas originarias de poblaciones del continente africano trasladadas y asentadas en el territorio nacional desde la época colonial, con formas propias de organización social, económica, política y cultural, o parte de ellas, y afirman su existencia como colectividades culturalmente diferenciadas."*

Asimismo, el mismo artículo constitucional señala que la comunidad indígena se caracteriza de la siguiente forma: "*Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que forman una unidad social, económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus sistemas normativos."*

Del análisis de dichos preceptos constitucionales, se advierte que los elementos que caracterizan a los pueblos indígenas son los siguientes:

- Forman una unidad social, económica y cultural,
- Están asentadas en un territorio específico, y
- Reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.

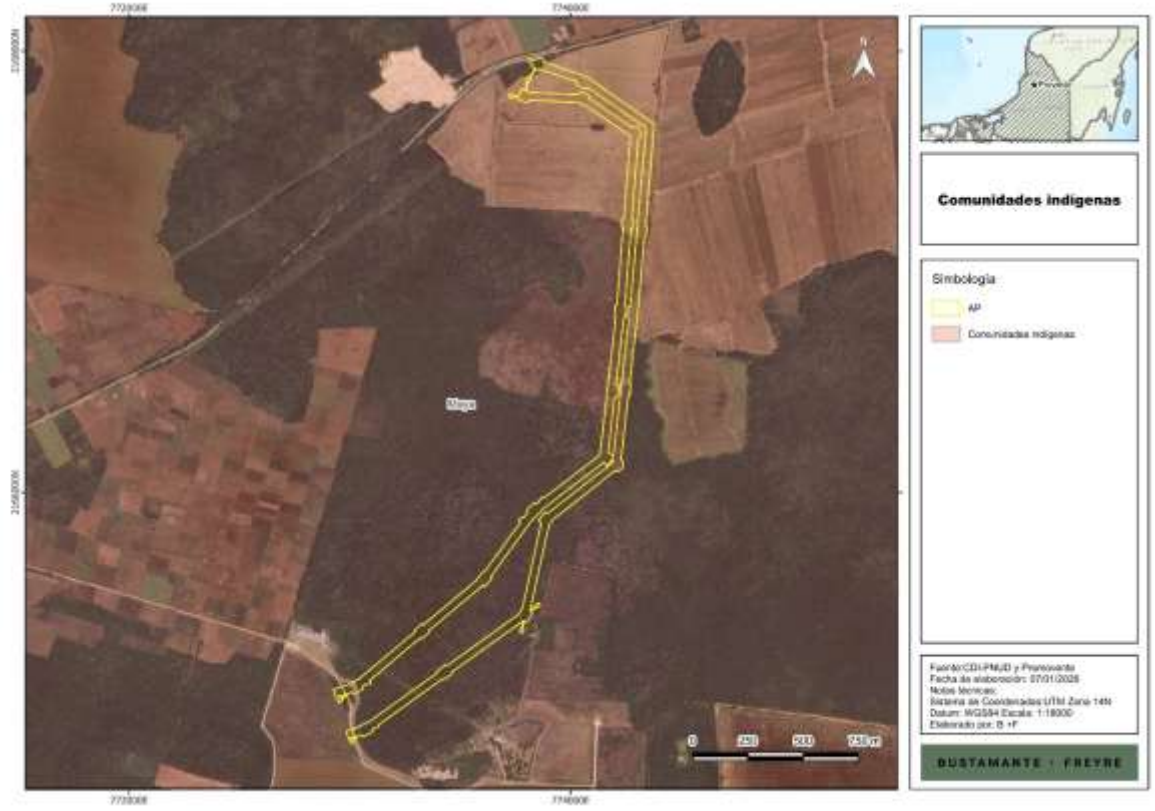
En ese orden de ideas, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (**INEGI**) y la Comisión Nacional para el desarrollo de los Pueblos Indígenas (**CDI**), elaboraron el Catálogo de Localidades Indígenas, mediante el cual se identifica y cuantifica la población indígena en el país considerando como factor determinante la lengua o dialecto.

Las localidades indígenas se encuentran clasificadas de acuerdo a criterios de concentración de población indígena en cada una de ellas, agrupándose de la siguiente manera:

- Localidades con población indígena mayor o igual a 40% de su población total.
- Localidades con población indígena menor a 40% y más de 150 indígenas.
- Localidades con menos de 150 indígenas de la población total.

Asimismo, la **CDI** ha divido al territorio mexicano en regiones indígenas, agrupando a los pueblos por sus características de cosmovisión, tal y como se aprecia en el siguiente mapa:

Figura III. 3 Proyecto en relación con Regiones Indígenas.



Del mapa de regiones indígenas se aprecia que el **Proyecto** se ubica en una región indígena; no obstante, el **Promovente** presentó el 05 de diciembre de 2024, ante la **SENER** la Evaluación de Impacto Social (**EvIS, hoy Manifestación de Impacto Social con base en la Ley del Sector Eléctrico (Anexo_III.1)** en la que se realiza el análisis correspondiente a grupos y comunidades indígenas a efecto de que se confirme los resultados arrojados por esta revisión *prima facie*, y en cuando se tenga la determinación de la **SENER** se presentará a esta H. Dirección. Además, es imperante mencionar que **con base en el artículo Décimo Primero Transitorio del Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico "*Los trámites en materia de impacto social y ocupación superficial, que se hayan ingresado con anterioridad a la entrada en vigor de este ordenamiento y que se encuentren pendientes de resolución, se deben substanciar conforme a la normatividad vigente al momento de su presentación.*", por lo que se esperará a la resolución de la EvIs indicada sin necesidad de tramitar una Manifestación de Impacto Social.**

III.3. LEYES, NORMAS FEDERALES Y REGLAMENTOS FEDERALES

III.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

La **LGEEPA** se publicó en el **DOF** el 28 de enero de 1988 y es reglamentaria de las disposiciones de la **Constitución Federal** 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. Tiene por objeto, entre otros, propiciar el desarrollo sustentable y sentar las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; así como definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación. En tal sentido, el **Proyecto** se vincula con la **LGEEPA** de la siguiente manera:

Tabla III. 8 Vinculación del Proyecto con la LGEEPA.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
"Artículo 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: [...]* *II.-* ***Industria*** *del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y* ***eléctrica;*** *[…]* *VII.-* ***Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas****; […]"*	La presentación de este **DTU-BR** se lleva a cabo en cumplimiento del **Proyecto** con lo dispuesto en las fracciones II y VII de este artículo, en tanto que es una obra que del sector eléctrico y requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
*"****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."*	El **DTU-BR** que se exhibe cuenta con la descripción de los impactos ambientales de la línea de transmisión eléctrica, así como las medidas que se deben de aplicar para atenderlos.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
"Artículo 35.- *Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.* *Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.* *Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación."*	El criterio en específico del tercer párrafo fue tomado en cuenta para la elaboración del **DTU-BR** que se somete a evaluación, así mismo, se tomó en consideración el Instructivo para la Elaboración del Documento Técnico Unificado (**DTU**) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad B- Regional (**Instructivo de Elaboración del DTU-BR**).[23]
"Artículo 98.- *Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:* *I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;* *II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;* *III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;* *IV.- En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;* *V.- En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y* *VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural."*	Los criterios ambientales indicados en este artículo fueron tomados en consideración para la elaboración del **DTU-BR** que se somete a evaluación por parte del **Promovente.**

III.3.2. LEY GENERAL DEL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

La **LGDFS** fue publicada en el **DOF** el 05 de junio de 2018 y es reglamentaria del artículo 27 de la **CPEUM**. Las disposiciones que la componen, son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus

[23]**SEMARNAT, Instructivo de Elaboración del DTU-BR** https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Gu%C3%ADas%20SEMARNAT/MIA,%20Informe%20Preventivo%20y%20DTU/Tr%C3%A1mite%20unificado%20CUS%20Modalidad%20B/Modalidad%20B%20Regional.pdf

recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la **CPEUM**, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

El **Proyecto** se vincula con los artículos 68 y 93 de la **LGDFS**, debido que en el sitio se tiene vegetación forestal sujeta a ser afectada o removida, los preceptos mencionados señalan lo siguiente:

Tabla III. 9 Vinculación del Proyecto con la LGDFS.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
"Artículo 68. *Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:* *I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción; […]"*	El **Proyecto** presenta un **DTU-BR** para evaluación en donde se pretende la obtención de una autorización en materia de impacto ambiental, así como en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para las áreas requeridas.
*"**Artículo 93.** La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.* *En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.* *La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento.* *Las **autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento**. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.*	El **Proyecto** cumple con lo establecido por dicho precepto en el sentido que tal y como se demuestra en el **DTU-BR**, por medio de la autorización del **CUSTF** que se solicita no solo no se compromete la biodiversidad, sino que se mantiene. Además de que, en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal se establecerán las medidas de mitigación y compensación necesarias para evitar la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; incluyendo el correspondiente programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna, tal y como se describe en el Capítulo VII. El presente **DTU-BR** comprende una serie de medidas para prevenir, mitigar y compensar las afectaciones al medio ambiente. En cumplimiento del artículo 93, párrafo Cuarto de la **LGDFS,** el promovente propone implementar: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas." Énfasis añadido	2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.** En cuanto a la consulta previa, libre e informada de los pueblos indígenas, el **Proyecto** el **Promovente** presentó el 05 de diciembre de 2024 la **EvIS ante la SENER,** hoy Manifestación de Impacto Social con base en la Ley del Sector Eléctrico vigente y de conformidad con los instrumentos jurídicos internacionales de los cuales el Estado Mexicano es parte, por lo que el **Promovente está a la espera de la determinación de la SENER y en cuanto cuente con ella, será presentada ante esa H. Autoridad.**
Artículo 100. *La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con diversas entidades públicas, acciones conjuntas para armonizar y eficientar los programas de construcciones de los sectores eléctrico, hidráulico y de comunicaciones, con el cumplimiento de la normatividad correspondiente."*	Este precepto se vincula con el **Proyecto**, en el entendido de que, en relación con el artículo 142 del Reglamento de la **LGDFS**, permite presentar un trámite unificado en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales, para obtener la autorización correspondiente.

III.3.3. Ley General de Vida Silvestre.

La Ley General de Vida Silvestre (**LGVS**) fue publicada en el **DOF** el 03 de julio del año 2000, con última modificación de 16 de julio de 2025. Es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Regula lo relativo 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. Los preceptos de este ordenamiento legal que se vinculan con el **Proyecto** que nos ocupa son los siguientes:

Tabla III. 10 Vinculación del Proyecto con la LGVS.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	El **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la fauna en el área de **Proyecto,** a través de la implementación del: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características. **Artículo 56.** La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo. Las listas respectivas serán revisadas y, de ser necesario, actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.	El **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la fauna en el área de **Proyecto,** a través de la implementación de: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**

III.3.4. LEY GENERAL DE AGUAS

La Ley General de Aguas Nacionales (**LGAN**) fue publicada en el **DOF** el 11 de diciembre de 2025 y señala que a dicha ley es reglamentaria del artículo 4o., párrafo octavo, de la **Constitución** en materia del derecho humano al acceso, disposición y saneamiento del agua para consumo personal y doméstico; establece las bases, apoyos y modalidades para su acceso, uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos; su interdependencia con otros derechos humanos; distribuye competencias y establece los casos de concurrencia entre la Federación, entidades federativas y municipios.

Los preceptos de este ordenamiento legal que se vinculan con el proyecto que nos ocupa son los siguientes:

Tabla III. 11 Vinculación del Proyecto con la LGAN.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 5. *Toda persona gozará del derecho humano al agua conforme a lo establecido en la Constitución y a los tratados e instrumentos internacionales de los que el Estado mexicano sea parte.* *Todas las autoridades, en el ámbito de su competencia tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar el derecho humano al agua.* *El Estado mexicano deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones al derecho humano de acceso al agua en términos de las disposiciones legales aplicables, promoviendo que la reparación sea integral, pronta y expedita.* ***Artículo 11.*** *El goce del derecho humano al agua, se encuentra vinculado con el respeto, protección y garantía del derecho humano a un medio ambiente sano para el bienestar y desarrollo de las personas y la calidad del entorno como una determinante en la salud de la población.*	El agua requerida para el **Proyecto** es mínima y sólo será para consumo humano, misma que será adquirida mediante pipas hasta el sitio del **Proyecto** o garrafones, en caso de requerir agua para aseo e higiene de los trabajadores, en su momento se requerirán los permisos y autorizaciones municipales para el suministro. Por lo tanto, se garantiza el derecho humano al medio ambiente sano.

III. 3.5 LEY DE AGUAS NACIONALES.

La Ley de Aguas Nacionales (**LAN**) es reglamentaria del artículo 27 de la **CPEUM** en materia de aguas nacionales, fue publicada en el **DOF** el 1 de diciembre de 1992 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.

Los preceptos de este ordenamiento legal que se vinculan con el proyecto que nos ocupa son los siguientes:

Tabla III. 12 Vinculación del Proyecto con la LAN.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 20.- De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal […].	El agua requerida para el **Proyecto** es mínima y sólo será para consumo humano, misma que será adquirida mediante pipas hasta el sitio del **Proyecto** o garrafones, en caso de requerir agua para aseo e higiene de los trabajadores, en su momento se requerirán los permisos y autorizaciones municipales para el suministro.
Artículo 118. Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. […] Para el otorgamiento de las concesiones mencionadas en el párrafo anterior, se aplicará en lo conducente lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos para las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, aun cuando existan dotaciones, restituciones o accesiones de tierras y aguas a los núcleos de población.	No se requiere de explotación, uso o cambio de los flujos hidrológicos del área del **Proyecto,** ya que se trata de una línea de transmisión de energía eléctrica aislada, que conectará un parque solar que se encuentra en evaluación ante esa H. Secretaría con bitácora No. 09/MG-0597/10/25, de ahí que no se necesita concesión de la Comisión Nacional del Agua (**CONAGUA**).

III.3.6. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (**LGPGIR**) fue publicada en el **DOF** el 08 de octubre del año 2003. Es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** 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 y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; así como establecer las bases para determinar, entre otros aspectos, los criterios que deberán de ser considerados 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 y establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la **Constitución**.

La **LGPGIR** establece de manera específica una serie de obligaciones para los generadores de residuos peligrosos, en función de las cantidades de residuos que generen anualmente, así como obligaciones en el caso de su manejo. Establece también disposiciones generales para el caso del

manejo de residuos de manejo especial y sólidos urbanos, que deberán ser desarrollados por las disposiciones locales.

Los preceptos de este ordenamiento legal que se vinculan con el **Proyecto** que nos ocupa son los siguientes:

Tabla III. 13 Vinculación del Proyecto con la LGPGIR.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, minero o metalúrgico, se debe establecer en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	El **Proyecto** realizará el manejo y disposición final de los residuos peligrosos conforme a lo indicado en esta disposición y las normas oficiales mexicanas. Así también, se contará con un Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**), que contendrá un **Programa de Manejo Integral de Residuos,** el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.
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.	Los residuos sólidos urbanos que se generen durante las etapas del **Proyecto** recibirán el tratamiento aquí indicado. Para ello se contará con un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, **Programa de Manejo Integral de Residuos,** el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.
Artículo19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación: […] VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.	Los residuos de manejo especial que se generen con motivo del desarrollo del **Proyecto** serán manejados conforme a la normatividad y dispuestos a través de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones locales conforme a lo establecido en el **Programa de Manejo Integral de Residuos.**
Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como los gestores de este tipo de residuos, deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	El manejo de los residuos peligrosos que se generen se hará de conformidad con la normatividad aplicable y se entregarán a un proveedor autorizado por esa H. Secretaría para la disposición final conforme a lo establecido en el **Programa de Manejo Integral de Residuos**.
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, pueden contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido autorizado por esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la	El **Promovente** se cerciorará que las empresas que subcontrate para el manejo, transporte, disposición final y en general gestión de los residuos cuenten con las autorizaciones vigentes de esa Secretaría y está consciente de su responsabilidad en el proceso.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
minimización de sus riesgos. No obstante, compartirán de manera solidaria la responsabilidad. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo. El manejo y disposición final de los residuos mineros y metalúrgicos es responsabilidad de quien los genera, por lo que debe presentar evidencia verificable de que opera bajo el estricto cumplimiento de la normativa aplicable.	
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.	Los residuos peligrosos que se generen serán manejados y dispuestos conforme al **Programa de Manejo Integral de Residuos,** evitando la mezcla de éstos 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.

III.3.7. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

La Ley General de Cambio Climático (**LGCC**) se publicó en el **DOF** el 6 de junio de 2012, establece en su artículo 2, fracción VII el objetivo siguiente: Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono, que asegure los recursos naturales a las generaciones más jóvenes y futuras. De la lectura se desprende que una de las maneras para transitar hacia una economía que cumpla con estos requisitos, es el desarrollo de **Proyectos** de Energía Renovable como el que somete a evaluación.

Bajo ese tenor, a continuación, se realiza la vinculación del **Proyecto** con las principales disposiciones de la **LGCC.**

Tabla III. 14 Vinculación del Proyecto con la LGCC.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son: […] **III.** Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables	El **Proyecto** contribuye a la generación de energía renovable a través de tecnología limpia que coadyuvará a la consecución de las políticas públicas de mitigación que se indican en esta disposición legal, pues se trata de dos líneas de transmisión aisladas que conectan con un parque solar, que genera energía eléctrica renovable.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía; IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;	
Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes: I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía: a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética. […] e) Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia.	En el contexto de la realización del **Proyecto** se colaborará con las autoridades de los tres niveles de gobierno a los que se les ha dado la encomienda de reducir las emisiones de **GEI** y se materializará este imperativo legal.
Artículo 102. En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes: […] II. Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero mediante el fomento de patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado fundamentalmente en áreas como: la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos; III. Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía;	Por su naturaleza, el **Proyecto** son dos líneas de transmisión que operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un derecho de vía (**DDV)** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km. Cabe señalar que el alcance del **Proyecto** comprende exclusivamente las dos líneas de transmisión descritas; que conectarán con un parque solar capacidad instalada neta de **600.00 MW**, una capacidad instalada en paneles fotovoltaicos de 788.719 MWp, y una capacidad en corriente alterna (en inversores) de 694.274 MWac. Con lo que se desplazarían más de varios miles de toneladas de dióxido de carbono, principal contaminante del calentamiento global.[24] Cabe mencionar que con base en el Sexto Reporte de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático "Mitigation of Climate Change" publicado en 2022, indicaron que las líneas de transmisión de energías renovables son medidas de mitigación para la reducción de **GEI**, con el fin de combatir el cambio climático. Esta acción representa el cumplimiento del objetivo de reducir emisiones y la transición hacia fuentes renovables de energía que se enmarcan en este artículo de la **LGCC.**
ARTÍCULOS TRANSITORIOS […]	La realización del **Proyecto** es uno del conjunto que se tienen que llevar a cabo en el país de aquí al 2020 y al

[24] www.awea.org.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo Segundo. El país asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir al año 2020 un treinta por ciento de emisiones con respecto a la línea de base; así como un cincuenta por ciento de reducción de emisiones al 2050 en relación con las emitidas en el año 2000. Las metas mencionadas podrán alcanzarse si se establece un régimen internacional que disponga de mecanismos de apoyo financiero y tecnológico por parte de países desarrollados hacia países en desarrollo entre los que se incluye los Estados Unidos Mexicanos. Estas metas se revisarán cuando se publique la siguiente Estrategia Nacional.	2050 para que México pueda llegar a la meta que se fijó en esta disposición legal.
Artículo Tercero. Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las Entidades Federativas y los Municipios deberán de implementar las acciones necesarias en Mitigación y Adaptación, de acuerdo a sus atribuciones y competencias para alcanzar las siguientes metas aspiracionales y plazos indicativos: […] II. Mitigación: […] e) La Secretaría de Energía en coordinación con la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Reguladora de Energía, promoverán que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance por lo menos 35 por ciento para el año 2024.	De acuerdo con el contenido de la **LGCC**, los **Proyectos** como el que en este acto presenta el **Promovente** son parte de la ejecución de las estrategias que se han planteado por el Estado mexicano para enfrentar los efectos del cambio climático.

III.3.8. LEY DEL SECTOR ELÉCTRICO

La Ley del Sector Eléctrico (**LSE**) se publicó en el **DOF** el 18 de marzo de 2025, es reglamentaria de los artículos 25, párrafo cuarto; 27 párrafo sexto y 28, párrafo cuarto de la **Constitución** y tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades del sector eléctrico.

En este caso, el **Proyecto** es acorde con las estrategias del del Programa Sectorial de Energía 2025 - 2030, "Participación de energías limpias"; Con el objetivo de cumplir la Contribución Determinada a Nivel Nacional a la que México se comprometió en el marco del Acuerdo de París, el país cuenta con medidas en tres grandes líneas de acción: a) la integración de energía limpia en la generación eléctrica; b) la sustitución de combustibles de alto contenido de carbono por gas natural en centrales de alta eficiencia, y c) la reducción de las pérdidas técnicas de la red eléctrica; para reducir la emisión de GEI 35% en 2030, con respecto a su línea base. 3.6. Plan de adición de capacidad de transmisión y transformación Los proyectos de ampliación y modernización de la RNT son resultado de estudios electrotécnicos de flujos de potencia, flujos óptimos, estabilidad de tensión, estabilidad transitoria y corto circuito a fin de evaluar el comportamiento de la red ante distintos escenarios de operación del SEN.

En virtud de lo anterior, debido al interés del **Promovente** de transmitir energía eléctrica con el **Proyecto**, es decir dos líneas de transmisión eléctrica aisladas, conectan a un parque solar (mediante el uso de tecnologías limpias), se sujetará a lo establecido en la **LSE**.

El artículo 1, fracciones VI, VII y VIII de la **LSE** determina como su objeto "*VI. Impulsar el desarrollo sostenible del sector eléctrico con la responsabilidad social, económica y medioambiental del sector público, el sector social y el sector privado"*, "*VII. Promover las acciones en materia de Justicia Energética, uso de fuentes de energías limpias y de transición energética";* y "*Procurar la reducción de emisiones contaminantes, favorecer la descarbonización del sector eléctrico y el cumplimiento de los compromisos internacionales en estas materias".*

Asimismo, la propia **LSE** define como aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan. En ese sentido se determinan como energías limpias las siguientes: la radiación solar, en todas sus formas, entre otras.

Mediante la implementación de fuentes limpias para la obtención y transmisión de energía eléctrica, se reduce el uso de combustibles fósiles y, por ende, se disminuye la emisión de **GEI** que propician el calentamiento global.

Es así que, de conformidad a las disposiciones legales en cita y, debido a la actividad que el **Promovente** está interesado en desarrollar se estará a lo dispuesto en la **LSE** y se solicitará a la Comisión Nacional de Energía el permiso para la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes limpias.

Tabla III. 15 Vinculación del Proyecto con la LSE.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 142.- La Secretaría debe implementar mecanismos que permitan la diversificación de fuentes de energía, la transición energética, autosuficiencia energética, seguridad energética y la promoción de fuentes de Energías Limpias. La Secretaría debe establecer instrumentos para medir y evaluar la descarbonización y la transición energética del sector eléctrico e instrumentar los demás mecanismos que se requieran para dar cumplimiento a la política en la materia, y puede celebrar convenios que permitan su homologación con los instrumentos correspondientes de otras jurisdicciones.	El **Proyecto** es compatible, ya que se trata de dos líneas de transmisión, que estarán conectadas a un parque solar que generará energía eléctrica, a través de la captación de la radiación solar, mediante paneles solares. Este **Proyecto** es parte de la transición energética y es considerado por la propia **LSE** como una fuente de energías limpias, se trata de una medida de mitigación al cambio climático, ya que no genera **GEI.**
Artículo 133.- Los Proyectos de Infraestructura de los sectores público y privado en el sector eléctrico deben atender los principios de Sostenibilidad y respeto de los derechos humanos y los recursos naturales de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas y todas aquellas asentadas en las regiones en donde se pretendan desarrollar dichos proyectos.	En atención a esta disposición, el **Promovente** presentó el 05 de diciembre de 2024, ante la **SENER,** la **EvIS,** hoy Manifestación de Impacto Social, correspondiente del **Proyecto y se encuentra vigente, con base en el artículo Décimo Segundo Transitorio de la LSE y Décimo Primero transitorio del Reglamento de la LSE, seguirá el procedimiento vigente, con base en las normas vigentes al momento de su solicitud.**
Artículo 135.- Con la finalidad de tomar en cuenta los intereses y derechos de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas en los que se desarrollen Proyectos de Infraestructura eléctrica, la Secretaría debe llevar a cabo los procedimientos de consulta previa, libre e informada y cualquier otra actividad necesaria para su salvaguarda, en coordinación con la Empresa Pública del Estado o interesados según el caso, conforme a la normatividad aplicable. **Artículo 136.-** La Empresa Pública del Estado o los interesados en desarrollar Proyectos de Infraestructura eléctrica deben elaborar y presentar a la Secretaría la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético que debe ser elaborada con un enfoque	En atención a esta disposición, el **Promovente** presentó ante la **SENER** la **EvIS** del **Proyecto,** y el **Promovente está a la espera de la determinación de la SENER.**

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
participativo, aplicando de manera transversal una perspectiva de género y respetando y protegiendo los derechos humanos. La manifestación debe contener, al menos: […] En el Reglamento y las Disposiciones administrativas de carácter general se deben establecer los elementos para definir el monto de inversión anual de los planes de gestión social, así como los contenidos específicos, características y las modalidades de las manifestaciones de impacto social, así como el pago del derecho o aprovechamiento correspondiente conforme a la normatividad aplicable.	
Décimo Segundo. La Evaluación de Impacto Social continúa vigente hasta en tanto no se emitan las disposiciones administrativas generales correspondientes a la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético.	
Artículo 141.- La Secretaría debe verificar el cumplimiento de los términos y condicionantes de las autorizaciones de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético y las obligaciones establecidas en la normatividad aplicable en la materia. En caso de incumplimiento a las obligaciones derivadas de las resoluciones en materia de impacto social, se deben imponer las sanciones que se establecen en la presente Ley. La autorización que emita la Secretaría en materia de Manifestación de Impacto Social del Sector Energético debe permanecer vigente durante el tiempo que dure el permiso o medida administrativa que se trate	Se da cumplimiento con lo anterior, ya que el **Promovente** sometió el 05 de diciembre de 2024, la **EvIS correspondiente y se está a la espera de la determinación de la SENER. No obstante, el Promovente** cumplirá con todas sus obligaciones en materia de impacto ambiental por excepción de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como a las obligaciones del sector energético.
Artículo 142.- La Secretaría debe implementar mecanismos que permitan la diversificación de fuentes de energía, la transición energética, autosuficiencia energética, seguridad energética y la promoción de fuentes de Energías Limpias. La Secretaría debe establecer instrumentos para medir y evaluar la descarbonización y la transición energética del sector eléctrico e instrumentar los demás mecanismos que se requieran para dar cumplimiento a la política en la materia, y puede celebrar convenios que permitan su homologación con los instrumentos correspondientes de otras jurisdicciones.	El **Proyecto** es compatible con esta disposición ya que se trata de dos líneas de transmisión aisladas que conectarán un parque solar (que ya está en evaluación de impacto ambiental con bitácora No. 09/MG-0597/10/25, lo cual constituye una fuente de diversificación energética, pero también uno de los medios para llevar a cabo la transición energética, de energías fósiles por energías limpias.
Transitorios **Quinto. A la entrada en vigor de la presente Ley, todos los permisos, contratos o cualquier instrumento o acto administrativo otorgados al amparo de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, continúan surtiendo sus efectos hasta la terminación de su vigencia, rigiéndose conforme a los términos en los que fueron otorgados bajo la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y a las disposiciones vigentes al momento de su formalización. Los instrumentos a que se refiere este artículo transitorio no deben ser prorrogados una vez que concluya su vigencia.**	Es importante mencionar que el **Proyecto** es una línea de dos líneas de transmisión aisladas que conectarán a un parque solar, que a su vez cuenta con Título de Permiso para la Generación de Energía Eléctrica, otorgado mediante el número **CNE/RES/755/2025** (**Anexo _III_3.2**), que se otorgó en términos de la resolución **CNE/RES/755/2025 (Anexo_III_3.3), mismos que siguen vigentes y deben ser respetados, con base en el artículo en cita.**

III.3.9. LEY DE PLANEACIÓN Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA

La Ley de Planeación y Transición Energética (**LPTE**) se publicó el 18 de marzo de 2025 en el **DOF.** Su objeto es establecer y regular la planeación vinculante en el Sector Energético y el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el cumplimiento de las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de Emisiones Contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de coadyuvar con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética. Dicha Ley es reglamentaria de los artículos 25, párrafo tercero; 27, párrafos sexto y séptimo; 28, párrafo cuarto de la **Constitución**.

En este sentido, a continuación, se vincula la **LPTE** con el **Proyecto:**

Tabla III. 16 Vinculación del Proyecto con la LPTE

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 2.- La Secretaría de Energía está a cargo de la planeación vinculante en el Sector Energético, que incluye, como parte esencial, el desarrollo de las áreas estratégicas para preservar la soberanía, la seguridad, la autosuficiencia y la Justicia Energética de la Nación; así como la prestación de servicios públicos para garantizar la continuidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, de acuerdo con los objetivos siguientes: […] VII. Promover las Energías Limpias, el Aprovechamiento Sustentable de la Energía incluyendo la Eficiencia Energética en los sectores productivos y de uso final de la energía, y la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como de contaminantes del Sector Energético. Para este fin, la Secretaría puede crear mecanismos de financiamiento en programas y proyectos de interés público; VIII. Promover la Justicia Energética con mecanismos eficientes y sustentables para reducir la Pobreza Energética y dotar de infraestructura a la población para satisfacer las necesidades energéticas básicas entre las que se incluyen el calentamiento de agua, la cocción de alimentos, la refrigeración, la iluminación, entre otros; IX. Promover la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía entre los sectores económicos del país, manteniendo y promoviendo la competitividad de los sectores productivos en los sectores de consumo final, así como en toda la cadena de producción de energía, incluyendo su transformación; […] XII. Apoyar el cumplimiento de las metas del país con respecto a la generación de electricidad provenientes de fuentes de Energía Limpia y a la reducción de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.	El **Proyecto** cumple con dicha norma, ya que se trata de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km. Dicha línea de transmisión estará conectada un parque solar (La Alegría Solar), ya en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría, con bitácora No. 09/MG-0597/10/25. La transmisión de electricidad, derivada del parque solar, sin generar **GEI,** promueve el desarrollo sustentable, la eficiencia energética y la preservación de los recursos naturales para las generaciones más jóvenes y futuras.
Artículo 3.- Para efectos de la interpretación y aplicación de la presente Ley, se deben entender los conceptos y las definiciones, en singular o plural, previstas en la Ley del Sector Eléctrico, la Ley del Sector Hidrocarburos, la Ley de Biocombustibles, la Ley de Geotermia y en las siguientes definiciones:	

[…] IX. Son aquellas fuentes de energía y procesos de generación de energía de bajas emisiones, incluidos los definidos como tales en la Ley del Sector Eléctrico; X. Energías Renovables: Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable que se regeneran naturalmente o con capacidad de regeneración a escala del tiempo del ser humano. Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación:; […] b) La radiación solar, en todas sus formas; […] b) La radiación solar, en todas sus formas;	

III.3.10. LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS.

La Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (**LFMZH**) se publicó en el **DOF** el 6 de mayo de 1972, el objeto de la ley es de interés social y nacional y sus disposiciones de orden Público, asimismo, señala que es de utilidad pública, la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.

El Instituto Nacional de Antropología e Historia (**INAH**) tiene bajo su resguardo un total de 189 zonas arqueológicas abiertas al público en todo el país.

En este sentido, de conformidad con lo establecido por el artículo 42 del Reglamento de la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos **(LFMZH),** toda obra en zona o monumento, inclusive la colocación de anuncios, avisos, carteles, templetes, instalaciones diversas o cualesquiera otras, únicamente podrá realizarse previa autorización otorgada por el Instituto.

Por lo tanto, el procedimiento para obtener la mencionada autorización el **Promovente** presentó el Trámite-005-INAH, consistente en el visto bueno de obras en áreas de monumentos arqueológicos o en que se presuma su existencia, para el **Proyecto**. Una vez aprobado el estudio, y en caso de que el **INAH** determine lo correspondiente, se exhibirá dicha respuesta y, en su caso, se celebrará un convenio de colaboración entre el **INAH** y el desarrollador del **Proyecto**, para realizar la prospección arqueológica y que el **INAH** libere las áreas del **Proyecto**.

Con base en lo anterior, se revisó la base de datos de los sitios arqueológicos abiertos al proyecto mediante el que se concluyó, que no existen sitios arqueológicos cercanos al **Proyecto**, lo cual se observa en la siguiente imagen.

Figura III. 4 Ubicación de sitios arqueológicos en relación con el Proyecto.



De igual forma, se destaca que aún y cuando no hay sitios arqueológicos registrados en el área del **Proyecto**, el promovente llevará a cabo diversas acciones de coordinación con el **INAH** para que durante su ejecución el patrimonio arqueológico aislado que pudiera llegar a presentarse esté debidamente salvaguardado.

III.3.11. CONTRIBUCIÓN DETERMINADA A NIVEL NACIONAL 3.0 (NDC 3.0) 2025

La contribución determinada a nivel nacional, fue actualizada en 2025 por México (**NDC 3.0)**,[25] por sus siglas en inglés. Esta norma general tiene su fundamento en los artículos 3, 4, 6 y demás relativos del Acuerdo de París y en el artículo 3, fracción X de la **LGCC**, en el que ordena que los Estados parte, para cumplir con sus compromisos en materia de mitigación y adaptación al cambio climático deberán presentar y actualizar sus **NDC** ante las Naciones Unidas con un plazo mínimo de cada 05 años.

La **NDC 3.0** señala en su introducción que "e*ste instrumento trascendental articula sus cinco componentes –mitigación, adaptación, pérdidas y daños, política climática transversal, y entorno habilitador y medios de implementación– bajo una lógica de interdependencia, donde la erradicación de la pobreza y las desigualdades, la conservación de la biodiversidad, el desarrollo económico y la*

[25] Consultable en: https://unfccc.int/sites/default/files/2025-11/NDC%203.0%20Me%CC%81xico_spanish.pdf

fortaleza territorial ante perturbaciones forman parte de una misma y efectiva estrategia de transformación."

Luego, entonces se vincula la **NDC 3.0** de México con el **Proyecto:**

Tabla XV. 1 Vinculación de la NDC 2022 con el Proyecto

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
En función de la trayectoria proyectada hacia cero emisiones netas para mediados de siglo, México se compromete a alcanzar emisiones netas entre 364 y 404 MtCO2e en 2035 de manera no condicionada, y entre 332 y 363 MtCO2e de forma condicionada a la movilización de financiamiento, la transferencia de tecnología y el fortalecimiento de capacidades por medio de la cooperación internacional. Este compromiso parte de la capacidad del país para mantener e incrementar las absorciones de carbono en los sumideros naturales, estimadas en al menos 200 MtCO2 para el 2030. Cabe destacar que la meta de mitigación al 2035 se presenta sin asignaciones sectoriales, dado que la distribución del esfuerzo se tiene que validar con mayor profundidad teórica y política en la próxima administración. Por otra parte, la meta de carbono negro también se reformula en **función de rangos absolutos de emisiones para el 2035, teniendo una meta no condicionada de emisiones entre 35,800 y 39,700 toneladas, y una meta condicionada entre 32,600 y 35,799 toneladas.** El cumplimiento de esta ruta supone alcanzar la meta de reducción del 35 % de GEI para 2030 respecto al escenario tendencial establecido en la NDC 2.0, lo que equivale a emitir un máximo de 644 MtCO2e en emisiones brutas para dicho año. Esta meta ha quedado reflejada en el Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030. Conforme a lo acordado por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, la distribución sectorial del esfuerzo de mitigación al 2030 se establece conforme al criterio de responsabilidad, asignando la contribución de emisiones a mitigar según la participación de cada sector en el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (con datos preliminares de 2024): • Transporte: 23 % • Generación de energía eléctrica: 19 % • Industria: 18 % • Agricultura y ganadería: 17 % • Residuos: 9 % • Petróleo y gas: 8 % • Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura: 3 % • Residencial y comercial: 3 % Las rutas de descarbonización de cada sector deberán ser diseñadas junto con los actores involucrados, y considerando la factibilidad tecnológica y económica de las medidas propuestas, a fin de maximizar la reducción de misiones al menor costo y con el menor impacto posible en la competitividad y en la economía.	Para desarrollar el **Proyecto se somete a evaluación este DTU-BR.** Lo anterior, ya que el **Proyecto** cumple con dicha norma, ya que se trata de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km, obras que permitirán conectar con el proyecto "La Alegría Solar" (este último proyecto actualmente en evaluación ante esa H. Dirección, registrado con el número de bitácora No. 09/MG-0597/10/25). Todo ello, se generará mediante la radicación del sol, sin generar **GEI,** promoviendo el desarrollo sustentable, la eficiencia energética y la preservación de los recursos naturales para las generaciones más jóvenes y futuras. Por lo cual contribuye a la mitigación de **GEI** y al desarrollo sustentable.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Mediante una visión de prosperidad compartida, México implementa acciones orientadas tanto al cumplimiento de sus metas climáticas como al impulso del desarrollo económico y social del país. En particular, entre los "Cien compromisos para el Segundo Piso de la Cuarta Transformación" presentados por el Gobierno de México se encuentran acciones con horizonte al año 2030 que refuerzan los objetivos de mitigación de la NDC 2.0: **Figura 5.** Compromisos del Segundo Piso de la Cuarta Transformación relacionados con el componente de Mitigación de la NDC  (…) Sector generación de energía eléctrica En 2024 la generación de energía eléctrica representó 19 % de las emisiones totales del país, siendo el segundo sector con las mayores aportaciones, principalmente por el uso de combustibles fósiles como el gas y el combustóleo en las centrales de generación eléctrica. La generación eléctrica es uno de los sectores con mayor potencial para impulsar la descarbonización, ya que la transición de la matriz eléctrica detona y facilita la mitigación en otros sectores. También representa una oportunidad para avanzar hacia sistemas energéticos justos y equitativos que democraticen la energía y reduzcan desigualdades como la pobreza energética, la cual afecta principalmente a mujeres y niñas, incrementa la carga de trabajo doméstico y de cuidado, y limita su acceso a oportunidades económicas y educativas. Mediante las leyes secundarias y otros instrumentos de planeación vinculante derivados de la reforma energética de 2025, el Gobierno de México busca fortalecer a las empresas públicas del sector energético para garantizar un suministro de energía eléctrica suficiente, sostenible, confiable y accesible para el desarrollo del país. Por su parte, los esfuerzos que promueven las recientemente publicadas leyes de Biocombustibles y de Geotermia serán fundamentales para diversificar la matriz energética del país. 2.2. Ampliar la participación de energías limpias y renovables en la matriz energética nacional, fortaleciendo la infraestructura y los mecanismos de integración, así como los sistemas de almacenamiento. 2.2.1. Alcanzar 38.5 % de generación eléctrica por fuentes limpias al 2030 y 43.3 % al 2035. 2.2.2. Implementar el Plan de Fortalecimiento y Expansión del Sistema Eléctrico Nacional 2025-2030, incluyendo siete proyectos eólicos, nueve proyectos fotovoltaicos y cinco de ciclo combinado, así como el desarrollo de baterías y otras tecnologías de almacenamiento.	

Por lo tanto, el Proyecto es totalmente compatible con la legislación federal y no sólo se permite, sino que hay metas específicas para impulsar este tipo de parques de generación de energía eléctrica, a través de fuentes renovables.

III.4. REGLAMENTOS DE LAS LEYES FEDERALES

Este capítulo se actualiza *ad cautelam,* pues el Reglamento de la Ley del Sector Eléctrico y el Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética entraron en vigor el 03 de octubre de 2025, es decir 06 meses después de la presentación y sometimiento a evaluación de impacto ambiental del **Proyecto ante esa H. Dirección.**

III.4.1. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Publicado en el **DOF** el 30 de mayo del 2000, tiene por objeto reglamentar a la **LGEEPA** en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal (**REIA**)y establece las obras o actividades que requieren autorización en esta materia. En tal sentido, el **Proyecto** se vincula con el **REIA** de la siguiente manera.

Tabla III. 17 Proyecto con el REIA.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN
Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: [….] **K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:** I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogas, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales; […] III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica; […] **O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS**: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal;	El **Proyecto** se vincula con este precepto en el entendido de que para su cumplimiento se presenta para evaluación de esa autoridad el presente **DTU-BR**.

Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; […] IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.	En primer término, se apunta que el **Proyecto** se trata de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km. Dicha línea de transmisión estará conectada, que conectará un parque solar (Que está en evaluación ante esa H. Secretaría con bitácora No. 09/MG-0597/10/25. En este sentido, las líneas de transmisión pertenecen a la industria eléctrica y realizarán un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, razón por la cual se somete a evaluación este **DTU-B en su modalidad regional.** Asimismo, se señala que el **Proyecto no es** acuícola o una granja acuícola de más de 500 hectáreas, ni tampoco es una carretera ni una vía férrea. Tampoco es un **Proyecto** de generación de energía nuclear o presa. De igual forma, se determinó que con su realización **no se alterará ninguna de las cuencas hidrológicas en que se encuentra ubicado ni pondrá en riesgo la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, ya que no existen corrientes o cuerpos de agua superficiales**, atendiendo a la identificación y cuantificación de los impactos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación para la realización del **Proyecto.** Lo anterior, fue confirmado por oficio No. B00.904.04.-110 000984 (**Anexo_III_3.4._CONAGUA).** La aseveración del párrafo anterior se sustenta en el hecho de que la mayoría de los impactos identificados -además de haber sido jerarquizados como bajos- se presentarán principalmente durante las etapas de preparación y construcción. De ahí que una vez que se concluyan dichas etapas los impactos podrán ser asimilados por el medio ambiente de manera natural o por medio de actividades dirigidas a la restauración, recuperación y/o rehabilitación de los factores ambientales principales, como el suelo, flora, fauna y el paisaje, que se encuentran comprendidas dentro de los diversos Programas y Acciones Específicas que conforman **PVA** del **Proyecto, algunas de ellas son:** 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en**

	especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto.**

	5. Programa de Manejo Integral de Residuos: Orientado a evitar afectaciones al medio abiótico (en particular agua, suelo y paisaje) como el biótico, causado por deficientes prácticas en el manejo de residuos; y planteadas con base en la **LGPGIR**, su reglamento y la normatividad estatal que resulte aplicable. La ejecución del Programa no enfrenta ninguna limitante técnica que impida su desarrollo y para su correcta ejecución se complementará con las charlas de capacitación dirigidas a todos los trabajadores. Las acciones que se usarán están diseñadas para ser aplicadas durante todas las etapas del **Proyecto.** **Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.** De conformidad a lo establecido en el artículo 13 del **REIA**, la modalidad B del **DTU-BR** se ajusta a la **MIA** regional bajo los supuestos previstos en el citado artículo 11 del **REIA:** I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN
Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	El estudio del **DTU-BR** que se somete a evaluación cumple con todos y cada uno de los apartados que indica esta norma jurídica.
Artículo 44.- Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación; II. 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 forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	El **Proyecto** contempló en la elaboración del **DTU-BR** los criterios de dicho artículo, que es presentado por el **Promovente** para su evaluación.
Artículo 47.- La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	Al respecto, el **Promovente** se compromete a cumplir con todas y cada una de los lineamientos establecidos por la Secretaría para el desarrollo del **Proyecto.**

III.4.2. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

Publicado en el **DOF** el 30 de noviembre de 2006. Tiene por objeto reglamentar la **LGVS**. Los preceptos de este Reglamento que se vinculan con el **Proyecto** que nos ocupa son los siguientes:

Tabla III. 18 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGVS.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría […].	El **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la fauna en el área de **Proyecto,** se implementará el aplicarán: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de**

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**

III.4.3 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

Publicado en el **DOF** el 30 de noviembre de 2006. Tiene por objeto reglamentar la **LGPGIR.** 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 **SEMARNAT**. Los preceptos del Reglamento que se vinculan con el proyecto que nos ocupa son los siguientes:

Tabla III. 19 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR.

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades: I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser: a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación en implementación de un plan de manejo de residuos; […] II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución podrán ser: a) Individuales, aquellos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere […]	Para la gestión integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos manejarán de manera Integral. Además, atendiendo a la naturaleza del **Proyecto,** la mayor parte de los residuos se generará en la etapa de preparación del sitio y construcción, ya que, al ser una línea de transmisión, prácticamente no habrá residuos, en la etapa de operación y mantenimiento.
Artículo 24. Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al procedimiento descrito en este artículo.	El **Proyecto** elaborará el **Programa de Manejo Integral de Residuos,** y dependiendo la categoría (micro, pequeño, mediano o gran generador), registrará, dicho programa para el manejo de los residuos que genere conforme a esta disposición, siempre y cuando se generen las 10 toneladas o una cantidad superior anual de dichos residuos, con base en el artículo 42 de ese reglamento.
Artículo 42. Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: […] II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida […]	Con base en el estimado de residuos peligrosos que se generarán al año, se prevé que el **Proyecto** cumpla con sus obligaciones en materia de gestión de residuos y en caso de ser un gran generador de residuos peligrosos, se obtendrá el registro, elaborará el plan de manejo de residuos peligrosos y lo presentará ante esa H. Autoridad.
Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones de esta disposición, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular […]	El **Promovente** cumplirá con las condiciones establecidas en este artículo y por las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos. Aclarando que los residuos serán captados, envasados y remitidos con tercero autorizado por esa H. Secretaría para su gestión integral y no se almacenarán por más de 06 meses.
Artículo 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses	
Artículo 91.- La disposición final de residuos peligrosos puede realizarse en: I. Confinamiento controlado, y II. Confinamiento en formaciones geológicamente estables.	El **Promovente** se asegurará de que el tercero que contrate para realizar la disposición final de los residuos esté autorizado por la Secretaría y se haga responsable de su parte en el proceso.

III.4.4. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

El Reglamento de la **LGDFS** publicado (**RLGDFS**) en el **DOF** el 09 de diciembre de 2020. Tiene por objeto reglamentar la **LGDFS** en el ámbito de la competencia federal en materia de instrumentos de

política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

Establece, entre otros aspectos, el procedimiento para solicitar autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como el contenido que deberán tener los estudios técnicos justificativos que se elaboren para tal efecto.

Los preceptos de este ordenamiento legal que se vinculan con el **Proyecto** que nos ocupa son los siguientes:

Tabla III. 20 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGDFS

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:	El **Promovente** tomó en consideración dichos criterios para integrarlo en el presente **DTU-BR**., se adjunta el formato correspondiente, debidamente llenado (SEMARNAT-09-001-B).
I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante; **II.** Lugar y fecha; **III.** Datos y ubicación del predio o Conjunto de predios, y **IV.** Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.	Sunstone Power, S.de R.L. de C.V. A la fecha de su presentación. La superficie solicitada para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales se acota a **13.021 ha** de vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia en el área del **Proyecto**.
A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:	Se da cumplimiento con el Dictamen técnico unificado en su modalidad B, del **Proyecto,** mismo al que se anexan:
I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante; II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;	Se adjunta en formato físico y electrónico la identificación oficial del representante legal y poder otorgado por el **Promovente**, así como constancia de situación fiscal y acta constitutiva del **Promovente;**
III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;	Se adjuntan instrumentos notariales de los 03 predios, consistentes en los contratos que se encuentran en el capítulo I como Anexo_I_1.0., Anexo_I_1.1. y Anexo_I_1.2., mediante los cuáles se acredita la posesión de los siguientes predios arrendados por el **Promovente**: **1.** El predio rústico denominado "El Pocito", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, con una superficie total de 65-05-12.495 has y de la cual se arrienda una superficie de 5-36-66.89 has, lo cual se acredita mediante instrumento notarial No. 10,044, de 09 de enero de 2026, consistente en el contrato de arrendamiento celebrado entre Juan Antonio Ivich Zamorano (arrendador) y Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V.;

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
	2. El predio rústico denominado "San Antonio", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, con una superficie de 207-29-84.75 has y de la cual se arriendan 2-66-92.80 has, lo cual quedó asentado en el instrumento notarial No. 10,045, de 09 de enero de 2026, consistente en el contrato de arrendamiento celebrado entre Sunwood, S.A. Promotora de Inversión de C.V., (arrendador) y Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V., (como arrendataria), así como con la comparecencia de la C. Gina Elisa Ostler Pujol en su carácter de propietaria y cesionaria; y 3. La Fracción B del Predio Rústico denominado "Andrés Miguel", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, mismo que cuenta con una superficie total de 224-77-15 has, de las cuáles se arriendan 20-42-85.48 has, tal y como consta en el instrumento notarial No. 10,000 de 29 de diciembre de 2025, en el que se hizo constar el contrato de arrendamiento, celebrado entre los señores Luisa Cristina Ortega Victoria y Miguel Andrés Ortega Victoria, conjuntamente como arrendadores y Suntone Power 2, S. de R.L de C.V. (arrendataria);
IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y	No resulta aplicable este punto, toda vez que los terrenos arrendados por el **Promovente** son propiedad privada.
V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.	Se presenta el **DTU-BR** impreso y en formato electrónico, en las UBS que se adjuntan, así como el resumen ejecutivo del **DTU-BR**, en formato físico y electrónico;
Para efectos previstos en el inciso c) del presente artículo, cuando se trate de las instalaciones, actividades y proyectos del Sector Hidrocarburos, los interesados deberán acreditar la propiedad, posesión o derecho para su realización, con la documentación señalada en el artículo 31 del presente Reglamento.	No resulta aplicable, ya que el **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía limpia aisladas, que conectan un parque solar que ya está en evaluación de impacto ambiental ante esta H. Dirección (La Alegría Solar).

III. 4. 5. REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES

El Reglamento de la **LAN** (**RLAN**), fue publicado en el **DOF** el 12 de enero de 1994, regula los mandatos establecidos en dicha ley, pero sin exceder a ésta, en cuanto a las concesiones y permisos para el aprovechamiento de aguas nacionales, así como para la descarga en cuerpos de agua o en el suelo.

Por ello, a continuación, se vincula el **Proyecto** con el **RLAN:**

Tabla III. 21 Vinculación del RLAN con el Proyecto

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Articulo 29.- Las solicitudes de concesiones o asignaciones podrán ser presentadas tanto por personas físicas como por personas morales, debiendo acreditar estas últimas su existencia legal, así como la personalidad jurídica del promovente.	El agua que utilizará el **Proyecto** durante la etapa de preparación de sitio y construcción será transportada por medio de pipas y adquirida a personas debidamente autorizadas para esos efectos. En la citada etapa, se generarán aguas grises de origen humano provenientes de los trabajadores, es decir, aguas residuales sanitarias, instalándose sanitarios portátiles (uno por cada 20 personas) y para lo cual se contratará a personas físicas o personas morales debidamente autorizadas para el manejo de este tipo de residuo. Los sanitarios y el agua necesaria para estos, será suministrada por una empresa sanitaria certificada y que cuente con las autorizaciones por las autoridades correspondientes. Para la etapa de operación y mantenimiento, se contempla la implementación de una fosa séptica, cuyo volumen y características específicas se definirán en fases posteriores del diseño. El objetivo principal de este sistema será contribuir así al cuidado del medio ambiente y a la prevención de la contaminación de mantos freáticos.
Artículo 30.- Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión. […]"	
134.- Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	

III. 4.6. REGLAMENTO A LA LEY DEL SECTOR ELÉCTRICO

El Reglamento a la Ley del Sector Eléctrico (**RLSE**) fue publicado el 03 de octubre de 2025 en el **DOF**,[26] es de observancia general y obligatoria en los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la **LSE** que regulan la planeación y el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional, la generación, el almacenamiento y la comercialización de energía eléctrica, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades del sector eléctrico.

Por ello, a continuación, se vincula el **Proyecto** con el **RLSE:**

Tabla III. 22 Vinculación del Proyecto con el RLSE

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Articulo 19.- Los permisos y autorizaciones que, conforme a la Ley pueden otorgarse, son los siguientes: En el caso de la **CNE**: I. Permiso de generación de energía eléctrica para: a) Autoconsumo, y b) Generación para el Mercado Eléctrico Mayorista. Estos permisos pueden comprender la modalidad de cogeneración. II. Permiso de comercialización, en las siguientes modalidades: a) Suministradora de Servicios Básicos; b) Suministradora de Último Recurso;	El **Proyecto**, son dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km, que conectarán con un parque solar, que cuenta con Título de Permiso para la Generación de Energía Eléctrica, otorgado

[26]Consultable en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5769155&fecha=03/10/2025#gsc.tab=0

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
c) Suministradora de Servicios Calificados, y III. Permiso de almacenamiento de energía eléctrica. En el caso de la Secretaría, son las autorizaciones siguientes: I. Importación; II. Exportación, y III. Manifestación de Impacto Social del Sector Energético. El procedimiento, la información y los plazos de vigencia, bajo los cuales se deben otorgar los permisos y autorizaciones, emitidos por la Secretaría o la CNE, en el ámbito de su competencia, deben establecerse en las disposiciones administrativas de carácter general que en materia de permisos o autorizaciones emitan, de conformidad con sus atribuciones, salvo por lo que respecta a las autorizaciones de las Manifestaciones de Impacto Social del Sector Energético, en cuyo caso, se debe estar conforme a lo previsto en las disposiciones administrativas en materia de impacto social.	mediante el número **CNE/RES/755/2025** (**Anexo _III_3.2**), que se otorgó en términos de la resolución **CNE/RES/755/2025 (Anexo_III_3.3), mismos que siguen vigentes y deben ser respetados, con base en el artículo en cita, mismos que siguen vigentes y deben ser respetados, con base en el artículo en cita, sin embargo, para que haya certitud, se adjuntan a este capítulo de nueva cuenta (Anexo_III_3.2 y Anexo_III_3.3), con base en el artículo Quinto Transitorio de la LSE.**
Artículo 23. Las solicitudes de permisos y autorizaciones, así como sus modificaciones se deben presentar en los formatos autorizados por la Secretaría o la **CNE**, de acuerdo con sus atribuciones, los cuales deben detallar además de los requisitos establecidos en el artículo 151 de la Ley, lo siguiente: I. Formato debidamente requisitado y firmado por la promovente, con lo siguiente: a) Nombre, denominación o razón social de la persona solicitante; b) Domicilio para oír y recibir notificaciones, incluida una dirección de correo electrónico; c) Nombre, domicilio y dirección de correo electrónico de las personas autorizadas para recibir notificaciones; d) Manifestación bajo protesta de decir verdad, respecto a que: 1. No se encuentra en el directorio de licitantes, proveedores o contratistas sancionados por autoridad competente; 2. No se encuentra incluida en la relación de contribuyentes con operaciones presuntamente inexistentes al que se refiere el artículo 69-B del Código Fiscal de la Federación; 3. No participa ni ejerce actividades ilícitas, y que no realiza ni ha sido sancionada por actos de corrupción; 4. Tiene conocimiento del marco regulatorio aplicable a la actividad a desarrollar, y se compromete a cumplirlo; 5. Otorga su consentimiento para recibir notificaciones, requerimientos y las comunicaciones derivadas del trámite por medios electrónicos, y 6. Para el caso de la solicitud del permiso de generación de energía eléctrica, en la modalidad de autoconsumo ligado a un Grupo de Autoconsumo, debe señalar que las Usuarias de Autoconsumo van a satisfacer sus necesidades de energía eléctrica a través de una Red Particular; e) La información técnica y operativa del proyecto: 1. Domicilio del proyecto, instalación o infraestructura, así como las coordenadas geodésicas en un plano georreferenciado;	En atención a esta disposición, el **Promovente** presentó el 05 de diciembre de 2024, ante la **SENER,** la **EvIS,** hoy Manifestación de Impacto Social, correspondiente del **Proyecto y se encuentra vigente, con base en el artículo Décimo Segundo Transitorio de la LSE y Décimo Primero transitorio del Reglamento de la LSE, seguirá el procedimiento vigente, con base en las normas vigentes al momento de su solicitud.** En atención a esta disposición, el **Promovente** presentó ante la **SENER** la **EvIS** del **Proyecto,** y el **Promovente está a la espera de la determinación de la SENER.**

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
2. Monto estimado de inversión; 3. Uso, aplicaciones y destino de la energía eléctrica o Productos Asociados o al Suministro Eléctrico, en su caso; 4. Procesos y fases operativas de desarrollo del proyecto o la actividad sujeta a permiso o autorización, según corresponda; 5. Tipo de tecnología, Capacidad Instalada y recurso energético asociado a emplear, así como combustibles, flujos térmicos, biomasa u otras fuentes de energía que sean aplicables; 6. Proyección técnica y operativa del proyecto, que debe incluir, según el tipo de actividad regulada, la potencia, capacidad, transacciones u operación anual estimada; 7. Número de acuse de recepción, o en su caso, de la autorización definitiva en materia de Manifestación de Impacto Social del Sector Energético, y 8. Cronograma calendarizado del desarrollo técnico y financiero del proyecto; II. Acreditar su capacidad jurídica: a) Para personas morales: 1. Acta constitutiva y, en su caso, las modificaciones inscritas en el registro público de comercio correspondiente, con las que acredite su existencia legal y que, para permisos de generación bajo la figura de generación para el Mercado Eléctrico Mayorista o de Comercialización, su objeto social se encuentra directamente vinculado con la actividad regulada a desarrollar, y 2. Diagrama de la estructura accionaria y corporativa que incluya los porcentajes de participación en el capital social y la identificación de las personas físicas o morales que ejerzan control directo o indirecto sobre la sociedad; b) Para personas físicas: 1. Identificación oficial vigente, y 2. Acreditar que la actividad regulada a desarrollar se encuentre directamente vinculada con la actividad económica de la persona solicitante conforme a su constancia de situación fiscal; c) Para el representante legal o apoderado de la persona solicitante, la identificación oficial e instrumento notarial vigente para acreditar su personalidad, así como sus facultades; III. Constancia de situación fiscal que acredite la inscripción de la persona solicitante y del representante legal en el Registro Federal de Contribuyentes, su domicilio fiscal, así como las actividades económicas vinculadas a la actividad regulada con la opinión del cumplimiento de obligaciones fiscales en sentido positivo; IV. Acreditar la propiedad, posesión legítima, uso o goce del predio; V. Acreditar el pago de derechos o aprovechamientos correspondientes, **VI. Acuse de recepción o en su caso, autorización en materia de impacto ambiental emitida por la autoridad competente, así como cualquier documento que lo modifique o sustituya, y**	

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
VII. La demás información y documentación que se determine en las disposiciones normativas que para tal efecto se emitan. Los permisos o autorizaciones se deben otorgar a todas aquellas personas físicas o morales que cumplan con los requisitos establecidos en este reglamento y en las disposiciones administrativas de carácter general que para tal efecto expida la Secretaría o la **CNE**, según corresponda. Para el caso de las autorizaciones de las Manifestaciones de Impacto Social del Sector Energético, se debe estar a lo previsto en el Capítulo I del Título Sexto del presente reglamento y en las disposiciones administrativas de carácter general en materia de impacto social. La acreditación de la propiedad, posesión legítima, uso o goce del predio a que se refiere la fracción IV del presente artículo, no resulta aplicable al permiso de generación de energía eléctrica de Centrales Eléctricas que pretendan realizar el aprovechamiento de un yacimiento geotérmico o del recurso hidráulico, toda vez que dichas actividades están sujetas al cumplimiento de las disposiciones en materia de uso y ocupación superficial. En ningún caso se debe iniciar la construcción, el desarrollo o la ejecución de la infraestructura asociada al permiso o autorización, hasta contar con la autorización definitiva en materia de impacto social correspondiente, emitida por la autoridad competente, y se haya notificado formalmente su obtención a la Secretaría o a la CNE, según corresponda. […]"	
Artículo 34. A efecto de dar cumplimiento a los objetivos en materia de Justicia Energética que establece la Ley, la Secretaría debe promover mecanismos para facilitar el acceso a la infraestructura y a la energía eléctrica en condiciones confiables, asequibles, seguras y limpias para la atención de necesidades básicas, para lo cual debe considerar la reducción de sus impactos negativos en la salud y el medio ambiente, a través de las siguientes estrategias: […] **II. Fomento a la descarbonización y eficiencia energética para el uso racional y sostenible de la energía eléctrica por parte de las Usuarias Finales;**	El **Proyecto** se ajusta a la estrategia de justifica energética, ya que fomenta la descarbonización, para el uso racional y sostenible de la energía eléctrica. Lo anterior, ya que se trata de una línea de transmisión que conectará un parque solar. Por lo que la energía transmitida es considerada una fuente renovable y limpia.
Artículo 62. Los proyectos de generación para el Mercado Eléctrico Mayorista, las empresas públicas del Estado y de las personas particulares están sujetos a los criterios de planeación vinculante. La operación de las Centrales Eléctricas en el Mercado Eléctrico Mayorista se debe efectuar de acuerdo con lo previsto en la Ley, el presente reglamento, las Reglas del Mercado y las demás disposiciones administrativas de carácter general aplicables.	Para la generación y transmisión de energía eléctrica del **Proyecto** se cumplirá con la **LSE, su reglamento y las demás disposiciones administrativas de carácter general.**

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 63. El Estado y las personas particulares pueden desarrollar proyectos de Centrales Eléctricas y su infraestructura asociada. Para tales efectos, deben llevar a cabo los trámites correspondientes ante el CENACE y solicitar las autorizaciones y permisos correspondientes en los términos previstos en la Ley, el presente reglamento y en las disposiciones administrativas de carácter general que resulten aplicables.	Se solicitarán las autorizaciones y permisos correspondientes asociados a la generación de energía del **Proyecto** ante las autoridades competentes.
Artículo 67. Las personas particulares pueden desarrollar proyectos de Centrales Eléctricas y su infraestructura asociada, siempre y cuando no se contrapongan con la planeación vinculante en los términos previstos en la Ley y el presente reglamento, así como la Ley de Planeación y Transición Energética y su reglamento. Para tales efectos, el CENACE, a solicitud de las personas particulares, debe realizar los estudios necesarios para su interconexión, en coordinación con la Empresa Pública del Estado. Dentro del plazo de veinte días hábiles contados a partir de la publicación del Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico, el CENACE debe publicar las capacidades de interconexión máximas sin refuerzos a la Red Nacional de Transmisión, para el Sistema Eléctrico Nacional, con el objeto de recibir solicitudes de interconexión por parte de las personas particulares interesadas en desarrollar una nueva Central Eléctrica. Las solicitudes de estudios de interconexión por parte de las personas particulares deben considerar las capacidades de interconexión máximas sin refuerzos a la Red Nacional de Transmisión, vigentes. La modalidad de interconexión se considera como la disponibilidad de entrega física en todos los casos, hasta la capacidad instalada solicitada a interconectar. Antes del inicio de la construcción, los proyectos deben contar con la autorización definitiva de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético como refiere el artículo 205 de este reglamento y, acreditar el inicio de los trámites relativos a los estudios de interconexión ante el CENACE, así como contar con las demás autorizaciones, permisos y trámites correspondientes.	El presente **Proyecto** es compatible, pues el **Promovente** es un particular y no se contrapone con la planeación vinculante, con las leyes ni sus reglamentos. Además, el **Promovente** presentó el 05 de diciembre de 2024, ante la **SENER,** la **EvIS,** hoy Manifestación de Impacto Social, correspondiente del **Proyecto y se encuentra vigente, con base en el artículo Décimo Segundo Transitorio de la LSE y Décimo Primero transitorio del Reglamento de la LSE, seguirá el procedimiento vigente, con base en las normas vigentes al momento de su solicitud.** En atención a esta disposición, el **Promovente** presentó ante la **SENER** la **EvIS** del **Proyecto,** y el **Promovente está a la espera de la determinación de la SENER., con base en el artículo Quinto, Décimo Primero y Décimo Segundo Transitorios de la LSE.**
Artículo 201. Deben presentar para autorización de la Secretaría, la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético a que se refiere el artículo 136 de la Ley, la Empresa Pública del Estado y las personas interesadas en desarrollar proyectos del sector eléctrico sujetos a autorización o permiso en términos de la Ley y el presente reglamento, así como de las disposiciones administrativas de carácter general que en materia de impacto social emita la Secretaría. Las disposiciones administrativas de carácter general deben señalar los formatos, requisitos y características que, además de las previstas en el artículo 136 de la Ley, deben contener las Manifestaciones de Impacto Social del Sector Energético, así como las modalidades en las que se puede presentar.	

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 202. La autorización definitiva de la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético tiene validez, siempre y cuando el proyecto no sufra modificaciones sustanciales, entendiéndose por estas, uno o más de los siguientes casos: I. Cambio en la ubicación o el área de influencia que implique la identificación de nuevas localidades, o comunidades y pueblos; II. Cambio en el proyecto que implique Impactos Sociales adicionales, y III. Cualquier otra que se determine por la Secretaría en las disposiciones administrativas de carácter general en materia de impacto social. […] **Artículo 205.** La autorización definitiva que emita la Secretaría sobre la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético es un requisito obligatorio previo a que la Empresa Pública del Estado o las personas interesadas en obtener un permiso o una autorización inicien la construcción de la infraestructura. […] **Transitorios** **Décimo Primero. Los trámites en materia de impacto social y ocupación superficial, que se hayan ingresado con anterioridad a la entrada en vigor de este ordenamiento y que se encuentren pendientes de resolución, se deben substanciar conforme a la normatividad vigente al momento de su presentación.** **En caso de modificación sustancial de proyectos que cuenten con resolución de Evaluación de Impacto Social emitida en términos de la Ley de la Industria Eléctrica y su reglamento, se debe presentar la Manifestación de Impacto Social del Sector Energético, la cual se debe tramitar y resolver conforme lo establecido en el presente reglamento y demás disposiciones normativas aplicables.** **Las consultas que hayan iniciado previo a la entrada en vigor del presente reglamento se deben substanciar conforme a la normatividad vigente al momento de su inicio.** **Los actos jurídicos en materia de impacto social y consulta celebrados con fundamento en los reglamentos y disposiciones jurídicas que se abrogan, deben respetarse en sus términos, incluidos derechos y obligaciones que de ellos emanen.**	

III. 4.7. REGLAMENTO DE LA LEY DE PLANEACIÓN Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA

El Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética (**RLPTE**) fue publicado el 03 de octubre de 2025[27] en el **DOF** y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley de Planeación y Transición Energética en lo que se refiere a la planeación vinculante del Sector Energético, el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía,

[27] Consultable en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5769157&fecha=03/10/2025

las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de emisiones contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de contribuir con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética.

Por lo que a continuación se vincula el **Proyecto** con el **RLPTE:**

Tabla III. 23 Vinculación de la RLPTE con el Proyecto

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 25. La Secretaría debe definir las metas a incluir en los Instrumentos de Planeación del Sector Energético, que pueden ser modificadas como parte de la actualización de cada uno de estos instrumentos de acuerdo con la evolución del Sector Energético, siempre que no impliquen un retroceso en las metas establecidas previamente. Dichas metas deben ser expresadas en porcentajes, tasas o indicadores cuantitativos equivalentes y referidos a lo siguiente: I. Participación en: a) **Energías Limpias en la generación de energía eléctrica;** **b) Energías Renovables en la capacidad firme para la generación de energía eléctrica**; c) Electrificación de los usos finales de la energía; d) Energías Renovables en los usos finales de la energía; e) Energías Renovables en la oferta interna de energía, y f) Producción y aprovechamiento de Biocombustibles; II. Reducción de: a) Pobreza Energética; b) Intensidad energética del consumo final; c) Emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y d) Fugas, venteo de metano y el aprovechamiento energético de su captura. Con independencia de lo establecido en las fracciones anteriores, la Secretaría puede expresar las metas para el Sector Energético en términos de otros porcentajes, tasas o indicadores que para tal efecto determine.	El **Proyecto** es compatible, pues se trata de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km. Mismas que conectarán un parque solar (que genera energía eléctrica limpia o renovable) y por ello, las líneas de transmisión son parte de los proyectos para alcanzar las metas de metas de reducción de emisiones de **GEI** y que cuente con las autorizaciones por las autoridades correspondientes.

Por lo tanto, se ha demostrado que el **Proyecto,** a través del **DTU-BR** es que se someten a evaluación es compatible con la **Constitución,** tratados internacionales, leyes federales y normas federales expuestas y no existen restricciones expresas para su desarrollo. Por el contrario, dichas leyes incentivan las energías limpias y señalan que se tratan de medidas de mitigación al cambio climático, para garantizar los derechos y recursos de las generaciones más jóvenes y futuras.

III. 5. ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan.

El Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan (**Acuerdo DTU**) fue publicado en el **DOF** el 22 de diciembre de 2010.

El **Acuerdo DTU** tiene como finalidad establecer los trámites unificados de aprovechamiento forestal y de cambio de uso de suelo forestal, este último en sus modalidades A y B, los cuales son opcionales para los interesados y, por lo tanto, no anulan o limitan el derecho de éstos para solicitar las autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, de cambio de uso de suelo forestal y en materia de impacto ambiental de manera separada.

Conforma al **Acuerdo DTU,** el **documento técnico unificado:** integra la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades regional o particular, señaladas en los artículos 12 y 13 del **REIA**, con el estudio técnico justificativo señalado en el artículo 121 del **RLGDFS** y cuyo contenido se describe en los artículos Sexto y Séptimo del presente Acuerdo

Asimismo, se establece que el Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B: es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para la obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la **LGEEPA**, excepto la prevista en la fracción V de dicho numeral y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la **LGDFS**.

Por lo tanto, a continuación, se hace la vinculación del **Acuerdo DTU** con el **Proyecto:**

Tabla III. 24 Vinculación del Acuerdo DTU con el Proyecto

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
SEGUNDO. Para los efectos del presente Acuerdo se entenderá por: ***[…]*** ***Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B: es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para la obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, excepto la prevista en la fracción V de dicho numeral y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable..***	En este sentido, de los artículos transcritos se desprende que el **Proyecto, en relación con el artículo 28, fracciones VII y VIII, 30 de la LGEEPA, 5, O) fracción I y Q, 14 del del REIA:** al pertenecer a la industria eléctrica y llevar a cabo el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, que podría tener diversos impactos regionales en los ecosistemas, debe ser sometido a evaluación ante esa H. Dirección, a través del dictamen técnico unificado en su modalidad B, regional. .

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
CUARTO. La Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental resolverá el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B, cuando los solicitantes sean las dependencias y entidades de la administración pública federal, estatal o municipal.	Para cumplir con tales disposiciones, el **Promovente** somete a evaluación el **Proyecto** el **DTU-BR** en cuestión, mismo que contempla todos los requisitos señalados, tanto del **REIA** como del **RLGDFS.** **Asimismo, se indica que los artículos 12 y 13 del REIA establecen los requisitos para someter a evaluación las manifestaciones de impacto ambiental, en su modalidad regional y en el caso concreto el DTU-BR, por lo que, al caer en estos supuestos, se presentaron todos los requisitos de dichos artículos.**
QUINTO. Las Delegaciones Federales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, resolverán: **I.** El trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, cuando los solicitantes sean particulares, y **II.** El trámite unificado de aprovechamiento forestal, cuando el aprovechamiento se realice dentro de su circunscripción territorial.	
SEPTIMO. El documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B, contendrá la información que prevén los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, según corresponda, así como la indicada en el artículo 121, fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	
NOVENO. A la solicitud de trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, se anexará: I. Documento técnico unificado, en original impreso y en formato electrónico; II. Copia simple de la identificación oficial del solicitante; III. Resumen del contenido del documento técnico unificado, en formato electrónico; IV. Copia de la constancia del pago de derechos correspondientes; V. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas, el estudio de riesgo correspondiente; VI. Original o copia certificada del título de propiedad inscrito en el Registro Público que corresponda o del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar las actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En ambos casos se anexará copia simple para su cotejo;	Se da cumplimiento con el Dictamen técnico unificado en su modalidad B, del **Proyecto,** mismo al que se anexan: 1. Se presenta el **DTU-BR** impreso y en formato electrónico, en las UBS que se adjuntan; **2.** Se adjunta en formato físico y electrónico la identificación oficial del representante legal y poder otorgado por el **Promovente**, así como constancia de situación fiscal y acta constitutiva del **Promovente;** 3. Se adjunta el resumen ejecutivo del **DTU-BR**, en formato físico y electrónico; 4. El **Promovente** llevó a cabo el correspondiente pago de derechos y adjunta el documento que acredita lo anterior; 5. El **DTU-BR** no cuenta con estudio de riesgo ambiental, toda vez que se trata de una línea de transmisión de energía eléctrica, aislada que conectará un parque fotovoltaico. **6.** Se adjuntan instrumentos notariales de los 03 predios, consistentes en los contratos que se encuentran en el capítulo I como Anexo_I_1.0., Anexo_I_1.1. y Anexo_I_1.2., mediante los cuáles se acredita la posesión de los siguientes predios arrendados por el **Promovente,** así como para realizar el **CUSTF**:

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
	A. El predio rústico denominado "El Pocito", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, con una superficie total de 65-05-12.495 has y de la cual se arrienda una superficie de 5-36-66.89 has, lo cual se acredita mediante instrumento notarial No. 10,044, de 09 de enero de 2026, consistente en el contrato de arrendamiento celebrado entre Juan Antonio Ivich Zamorano (arrendador) y Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V.; B. El predio rústico denominado "San Antonio", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, con una superficie de 207-29-84.75 has y de la cual se arriendan 2-66-92.80 has, lo cual quedó asentado en el instrumento notarial No. 10,045, de 09 de enero de 2026, consistente en el contrato de arrendamiento celebrado entre Sunwood, S.A. Promotora de Inversión de C.V., (arrendador) y Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V., (como arrendataria), así como con la comparecencia de la C. Gina Elisa Ostler Pujol en su carácter de propietaria y cesionaria; y C. La Fracción B del Predio Rústico denominado "Andrés Miguel", ubicado en el municipio de Campeche, Estado de Campeche, mismo que cuenta con una superficie total de 224-77-15 has, de las cuáles se arriendan 20-42-85.48 has, tal y como consta en el instrumento notarial No. 10,000 de 29 de diciembre de 2025, en el que se hizo constar el contrato de arrendamiento, celebrado entre los señores Luisa Cristina Ortega Victoria y Miguel Andrés Ortega Victoria, conjuntamente como arrendadores y Suntone Power 2, S. de R.L de C.V. (arrendataria);
VII. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo, y VIII. Cuando se trate del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, la documentación que acredite el derecho a realizar las actividades propuestas.	**7.** No resulta aplicable este punto, toda vez que los terrenos arrendados por el **Promovente** son propiedad privada. **8.** No resulta aplicable, ya que el **Proyecto** es una línea de transmisión aislada, que conectará un parque fotovoltaico.

Por lo tanto, se ha demostrado que el **Proyecto** y el **DTU-BR** que se someten a evaluación son compatibles con la **Constitución,** tratados internacionales, leyes federales y normas federales expuestas y no existen restricciones expresas para su desarrollo. Por el contrario, dichas leyes incentivan las energías limpias y señalan que se tratan de medidas de mitigación al cambio climático, para garantizar los derechos y recursos de las generaciones más jóvenes y futuras.

III.6. LEYES ESTATALES

III.6.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE CAMPECHE

La Constitución Política del Estado de Campeche (**Constitución de Campeche**) fue publicada en el periódico el 05 de julio de 1917 y su última reforma es de 09 de octubre de 2025, se trata de la norma fundamental de dicho estado, después de la **Constitución** y los tratados internacionales de derechos humanos de los que México es parte. En ella, se reconocen los derechos humanos, fundamentales de todas las personas que viven en Campeche, así como la división del Poder, garantizando el Estado constitucional de Derecho.

En este sentido, a continuación, se realiza la vinculación de la **Constitución de Campeche** con el **Proyecto:**

Tabla III. 25 Vinculación del Proyecto con la Constitución de Campeche

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Artículo 6.- […] Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado promoverá y garantizará el respeto de este derecho. […]	El **Proyecto** se vincula con el precepto legal transcrito en el sentido de que respeta y atiende la normatividad aplicable en materia de protección al ambiente, sometiéndose a evaluación del impacto ambiental. Garantizando en tal sentido ese derecho, al plantear en su parte conducente medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales que pudiera ocasionar, con lo que se concluye que con el mismo se respeta el precepto constitucional referido, al sujetarse a la legislación y regulación que el Estado ha impuesto para la protección del medio ambiente. Considerando, además, que al ser dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km, que conectará un parque solar (que se encuentra en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría con bitácora No. 09/MG-0597/10/25), dichas líneas contribuirán a la transmisión de energía con cero emisiones de **GEI** y por lo tanto la preservación de los recursos naturales para las generaciones más jóvenes y futuras.
Artículo 7o.- En el Estado de Campeche queda prohibida toda discriminación motivada por origen étnico o nacional, el género, la edad, las discapacidades, la condición de salud, la religión, las opiniones, las preferencias sexuales, el estado civil o cualquier otra que atente contra la dignidad humana y tenga por objeto anular o menoscabar los derechos y libertades de las personas. El Estado de Campeche tiene una composición pluriétnica, pluricultural y multilingüística sustentada originalmente en el Pueblo Indígena Maya Peninsular, que desciende de la población que habitaba el territorio actual del Estado de Campeche al iniciarse la colonización y que conserva sus	En el caso concreto, En este sentido, a través del análisis bibliográfico y del trabajo de campo, se verificó que, a pesar de la presencia indígena del grupo étnico maya en toda la península de Yucatán, incluyendo el estado de Campeche, por lo que se identifica la Región indígena. **Con base en análisis expuesto, el 05 de diciembre de 2024, se presentó ante la SENER la EvIS, hoy Manifestación de Impacto Social (de conformidad con la LSE vigente) y a la fecha se está en espera de la determinación de la secretaría en mención.**

DISPOSICIÓN LEGAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas. Asimismo, se reconoce la presencia de otros pueblos indígenas en su territorio, a los que les serán garantizados los derechos establecidos en esta constitución.	

Por lo tanto, el **Proyecto** es compatible con la **Constitución de Campeche**.

III.6.2 LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE CAMPECHE

La Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche (**LEEPAC**) fue publicada en el Periódico Oficial del Estado de Campeche (**POEC**) el 21 de junio de 1994 y su última reforma fue publicada el 05 de diciembre de 2023. Tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para la preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección y mejoramiento del ambiente en el Estado de Campeche.

A continuación, se presenta una tabla de vinculación con los artículos de la **LEEPAC** que le aplican al desarrollo del **Proyecto**:

Tabla III. 26 Vinculación con la LEEPAC.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 15.- Para la formulación y conducción de la política ecológica estatal y la aplicación de las medidas e instrumentos previstos en la presente Ley, se observarán los siguientes principios: […] **III Bis** Quien haga uso de los recursos naturales, realice obras o actividades que de manera directa o indirecta afecten o puedan afectar al ambiente, tiene la obligación de prevenir, minimizar o reparar los daños ambientales que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales; […] **VI.** El aprovechamiento de los recursos naturales renovables debe realizarse de manera que no ponga en peligro y asegure la permanencia de la diversidad y renovación de la flora y fauna; […] **XI**. Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar […]	La **Promovente** implementará medidas de prevención, mitigación y compensación para la protección y conservación de la biodiversidad en el sitio donde se desarrollará el **Proyecto,** así como para prevenir el deterioro en la calidad del aire, agua y suelo del sitio donde se desarrollará el **Proyecto**. Dichas medidas se implementarán mediante el **PVA,** que comprende entre otras: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
	interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**
Artículo 33.- La realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señaladas en los reglamentos y las normas oficiales mexicanas emitidas por la Federación para proteger el ambiente, requerirán autorización previa del Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría Estatal o de los Municipios, conforme a las competencias que señala la Ley, así como el cumplimiento de los requisitos que se les impongan una vez evaluado el impacto ambiental que pudieren originar, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a diversas autoridades competentes.	En cumplimiento a este precepto jurídico, el **Proyecto** se somete a autorización en materia de impacto ambiental ante la **SEMARNAT**, toda vez que es la autoridad federal competente en esta materia. Asimismo, contempla llevar a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, dirigidas a atenuar los posibles impactos ambientales que se generarán con la operación del mismo.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 91.- No podrán circular dentro del territorio estatal, los vehículos automotores cuyos niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera rebasen los límites máximos permisibles que determinen los reglamentos y normas oficiales mexicanas correspondientes.	El **Proyecto** se trata de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km. Dichas líneas conectarán un parque solar que ya está en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría (supra), por lo que no genera **GEI** ni contaminantes que puedan sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994. Los vehículos que se implementen durante la fase de operación y mantenimiento, no rebasarán los límites indicados por esa norma y además se les dará mantenimiento para asegurar su buen estado, como lo describe el capítulo VII.
Artículo 97.- Todas las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, así como las de usos industrial y agropecuario, deberán satisfacer los requisitos y condiciones señalados en los reglamentos y normas oficiales mexicanas correspondientes, así como los que se señalen en las condiciones particulares de descarga que fijen las autoridades, así como la Secretaría Federal en el caso previsto en el Artículo 119, Fracción I inciso e), de la Ley General.	Las actividades del **Proyecto** no requieren realizar descargas de aguas residuales, y en caso de llevar a cabo, serán mínimas, correspondientes a baños para el personal que se encuentre en dicho lugar, por lo que se obtendrán los permisos municipales correspondientes para llevar a cabo lo anterior. Es importante mencionar que el terreno donde se prevé instalar el **Proyecto** no cuenta con servicios municipales (drenaje, agua potable, luz, entre otros). Para los servicios sanitarios durante la etapa de preparación y construcción se contratará el servicio de baños móviles, cuyo número estará en relación con el número de trabajadores en cada frente de trabajo, a razón de uno por cada 20 trabajadores (1:20). En la etapa de operación y mantenimiento se implementará una fosa séptica para el almacenamiento de aguas sanitarias el cual será vaciado una vez llenado su límite volumétrico por una empresa autorizada por la autoridad para el tratamiento de aguas. No se contempla la instalación de una planta tratadora de aguas residuales adicional
Artículo 110.- No podrán emitirse ruidos, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, ni olores que rebasen los límites máximos contenidos en los reglamentos y normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría Federal.	El **Proyecto** se ajustará a lo establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994**.**
Artículo 129.- Corresponde al Gobierno del Estado y a los Ayuntamientos, la regulación del manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para lo cual deberán: […]	El **Promovente** realizará actividades para el control, manejo, reducción y adecuada disposición de todos los residuos generados a través de programas para cada tipo de ellos.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
IV. Ejercer control y emitir las autorizaciones correspondientes respecto del funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de los residuos en cuestión; […]	
Artículo 145.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo en el Estado se considerarán los siguientes criterios: […] **III.** Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos; **IV.** En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural; […] **VI**. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	La **Promovente** somete a evaluación del **DTU-BR** ante esa H. Secretaría, para dar cumplimiento y que se compensen, mitigue y preserve el aprovechamiento del suelo, su regeneración, recuperación y restablecimiento. Para lo cual se aplicará: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
	principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**

III.6.3 LEY DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE PARA EL ESTADO DE CAMPECHE

La Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Campeche (**LDFSEC**) fue publicada en el **POEC** de Campeche el 07 de marzo de 2008 y su última reforma fue publicada el 25 de marzo de diciembre de 2020. Tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, ordenación, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales, la organización y capacitación de los productores, la comercialización, así como la promoción de inversiones necesarias para propiciar el desarrollo forestal sustentable en el estado de Campeche.

A continuación, se vincula el **Proyecto** con la **LDFSEC:**

Tabla III. 27 Vinculación del Proyecto con la LDFSEC.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 60.- En el marco del Consejo Nacional Forestal y como auxiliar en el Estado, se constituye el Consejo que será un organismo de consulta, asesoría y concertación en materias de planeación, supervisión y evaluación de las políticas de fomento, aprovechamiento, conservación y restauración de los recursos forestales en el Estado y participará en la elaboración de programas y recomendaciones para la toma de decisiones en la política forestal estatal.	El **Proyecto** cumple con lo establecido por dicho precepto en el sentido que tal y como se demuestra en el **DTU-BR** y su sometimiento a evaluación, por medio de la autorización del **CUSTF** que se solicita a la H. Secretaría no se compromete la biodiversidad, sino que además, se mantiene. Además de que, en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal se establecerán las medidas de mitigación y compensación necesarias para evitar la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; incluyendo el correspondiente programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna. Sumado a someter el presente **DTU-BR** a evaluación, esa H. Secretaría podrá solicitar la opinión del Consejo Estatal correspondiente, ya que se está solicitando el cambio de uso de suelo de terrenos forestales por excepción.
Artículo 61.- Son atribuciones del Consejo: […] VII. Opinar para la emisión de las autorizaciones de cambio de utilización de terrenos forestales que se otorguen por excepción;	

III.6.4 LEY DE VIDA SILVESTRE DEL ESTADO DE CAMPECHE

La Ley de Vida Silvestre del Estado de Campeche (**LVSEC**) fue publicada en el **POEC** el 08 de diciembre de 2008 y tiene por objeto establecer la concurrencia del Estado y la de sus municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, en el aprovechamiento sustentable de las especies de vida silvestre, así como la protección y conservación de las mismas y su hábitat, conforme a las facultades que se derivan de la **LGVS** y las disposiciones emanadas de ella.

El **Proyecto** se vincula con este ordenamiento, en cuanto a que por medio de la implementación de los respectivos programas se reducirá el impacto tanto en la flora como en la fauna. Tal y como se pude ver en la siguiente tabla:

Tabla III. 28 Vinculación del Proyecto con la LVSEC.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 11.- Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar el aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados. Asimismo, podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.	Si bien el **Proyecto** no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre, por el contrario, se trata de dos líneas de transmisión, aisladas, que parque solar (La Alegría Solar) ya enevalaución de impacto ambiental ante esa H. Secretaría. Por lo que la energía que llevará es energía renovable y que busca preservar los recursos naturales para las generaciones presentes y futuras. No obstante, se reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la flora y la fauna en el área de **Proyecto,** a través de los respectivos **programas:** 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
	de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**

III.6.5 LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, DE MANEJO ESPECIAL Y PELIGROSO DEL ESTADO DE CAMPECHE.

La Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligroso del Estado de Campeche (**LGIRSUMEPC**) fue publicada en el **POEC** de Campeche el 04 de marzo de 2008 y su última reforma fue publicada el 01 de julio de 2022. Tiene por objeto regular la prevención, generación, gestión y manejo integral de los residuos sólidos urbanos, los de manejo especial y los que sean considerados como peligrosos que no estén expresamente atribuidos a la competencia de la Federación; así como la prevención de la contaminación de suelos con residuos, y su remediación.

De acuerdo con su artículo 1 párrafo segundo, la **LGIRSUMEPC** aplica a los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos en el ámbito estatal que se generen, dispongan y depositen en el territorio del estado de Campeche, así como a los suelos que se contaminan por el contacto con dichos residuos y a todas las personas físicas o morales que se encuentren en el territorio del estado de Campeche que generen o hayan generado, dispuesto, tratado, acopiado, almacenado, reutilizados, transformado, remanufacturado o depositado hasta su disposición final residuos, o contaminado suelos en el territorio del estado.

A continuación, se presenta una tabla de vinculación con los artículos de la **LGIRSUMEPC** que le aplican al desarrollo del **Proyecto:**

Tabla III. 29 Vinculación del Proyecto con la LGIRSUMEPC.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 7. Es responsabilidad de los productores de bienes y de los consumidores el controlar la cantidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen como subproducto del consumo; así como fomentar la utilización de materiales biodegradables.	Durante el desarrollo del **Proyecto** se dará correcto tratamiento a los residuos de conformidad con lo dispuesto por la normatividad vigente. En este sentido, en cumplimiento con estos preceptos se tomará en cuenta: • La racionalización de la generación de residuos sólidos; • La separación de los residuos sólidos para facilitar su rehúso y/o reciclaje; • La separación de residuos, a fin de separar los que pueden ser reciclados como plástico, vidrio, papel, cartón, y • La separación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. Lo anterior, de manera adicional a lo dispuesto por la NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
Artículo 10. El control adecuado de los materiales de oficina y el consumo sustentable de los bienes y servicios, habrá de instrumentarse mediante estrategias como las siguientes: I. La utilización exhaustiva de los bienes y servicios adquiridos, acorde a las necesidades reales y no por consumo inercial, así como el reciclaje de los residuos provenientes de estos bienes, salvo que se fundamenten debidamente la necesidad de reemplazo de los mismos; II. El manejo integral de residuos, a fin de promover la reducción de las cantidades generadas, de incentivar su reutilización y reciclado, así como su tratamiento y disposición final ambientalmente adecuados; III. La promoción de adquisiciones de productos de menor impacto ambiental, lo cual implica la incorporación de criterios ambientales en la compra de bienes competitivos en precio y calidad, disminuyendo así los costos ambientales generados por las compras; también incluye la adquisición de tecnología apropiada para disminuir el impacto ambiental generado por las actividades cotidianas de la Secretaría; […]	Se dará correcto tratamiento a los residuos de conformidad con lo dispuesto por la normatividad vigente, se contará con un **Programa de Manejo Integral de Residuos** con base en la **LGPGIR.** Asimismo, se promoverán las adquisiciones de productos de menor impacto ambiental y de tecnología apropiada para disminuir el impacto ambiental generado por las actividades del **Proyecto.**
Artículo 11. a Secretaría, en coordinación y respetando el ámbito de competencia de los Municipios, promoverá el establecimiento de planes de manejo para facilitar la devolución y acopio de productos de consumo que, al desecharse, se convierten en residuos, a fin de que sean enviados a instalaciones en las cuales se sometan a procesos que permitan su aprovechamiento o, de ser el	Los residuos de manejo especial serán manejados y dispuestos conforme lo establece la legislación y normatividad ambiental vigente en la materia. Asimismo, dichos residuos serán reportados a la autoridad correspondiente con base en la **LGPGIR**, lo cual tiene como fin indicar el tipo, cantidad y manejo que se les dará a los mismos.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
caso, a empresas autorizadas a tratarlos o disponerlos en sitios de confinamiento o disposición final según el caso. Los planes de manejo a los que hace referencia el párrafo anterior, también podrán establecerse en el caso de residuos de manejo especial y peligroso, atendiendo a las necesidades y circunstancias particulares de los generadores y tipos de residuos involucrados. Estos planes de manejo deberán ser acordes a lo previsto en la Ley General y en los ordenamientos que de ella deriven.	
Artículo 29. Es obligación de toda persona física o moral generadora de residuos sólidos urbanos: **I.** Participar en los planes y programas que establezcan las autoridades competentes para facilitar la prevención y reducción de la generación de residuos sólidos urbanos; […] **III.** Barrer diariamente las banquetas y mantener limpios de residuos los frentes de sus viviendas o establecimientos industriales o mercantiles, así como los terrenos de su propiedad que no tengan construcción, a efecto de evitar contaminación y proliferación de fauna nociva; **IV**. Separar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos, y entregarlos para su recolección de acuerdo a lo que establezcan los Reglamentos Municipales o el de la presente Ley; […] **VI.** Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas aplicables en su caso; **VII.** Almacenar los residuos correspondientes con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas o los ordenamientos jurídicos del Estado, a fin de evitar daños a terceros y facilitar su recolección;	En cumplimiento con estos preceptos y como parte de las acciones para el manejo adecuado de los residuos generados por las actividades del **Proyecto**, se contempla la identificación de los residuos y separación de los mismos atendiendo a sus características. Para tal efecto, todos los residuos se acopiarán en contenedores físicamente adecuados a su categoría y que estén rotulados para su identificación. Así, los mismos se dispondrán para su tratamiento a una empresa autorizada para tal actividad, la cual entregará los reportes (manifiestos) correspondientes de la cantidad de residuos y se les dará tratamiento de forma adecuada. Bajo lo anterior, el manejo de los residuos generados por las actividades del **Proyecto**, será de forma integral y conforme a las disposiciones que marca el marco regulatorio aplicable.

III. 6.6. LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ESTADO DE CAMPECHE

La Ley de Cambio Climático para el Estado de Campeche (**LCCEC**) fue publicada el 10 de noviembre de 2020 en el **POEC,** misma que tiene por objeto tiene por objeto regular, fomentar e instrumentar la política estatal de cambio climático e incorporar acciones de adaptación, prevención de desastres y mitigación, con enfoque de corto, mediano y largo plazo, sistemático, participativo e integral, en concordancia con la política nacional e internacional en la materia y cimentada bajo los principios establecidos por la Ley General de Cambio Climático y la presente Ley.

Por lo que a continuación se vincula con el **Proyecto.**

Tabla III. 30 Vinculación de la LCCEC con el Proyecto

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 26.- Los objetivos de las políticas públicas estatales para la mitigación son:	La **Promovente** busca realizar dos líneas de transmisión, esto quiere decir que conducirá energía eléctrica, generada por un parque solar (La Alegría Solar, que ya están en

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
I.- Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones; […] III.- Promover de manera gradual en el Estado, la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía; IV.- Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de Dependencias y Entidades de la Administración Pública Estatal y de los Municipios del Estado;	evaluación de impacto ambiental) que capta la radiación del sol con paneles fotovoltaicos. Lo anterior, no genera **GEI** y por lo tanto es parte de los compromisos para promover la sustitución de los combustibles fósiles por fuentes de energía limpias**.**
Artículo 27.- Para reducir las emisiones, las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Estatal y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes: I.- Reducción de emisiones en la generación y uso de energía: a) Fomentar, por sí o coordinadamente con otras autoridades de los demás órdenes de gobierno, prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con las leyes nacionales y locales en la materia; b) Coadyuvar con las autoridades competentes en el desarrollo y aplicación de incentivos a la inversión, tanto pública como privada, en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente; […] e) Promover, en coordinación con las autoridades federales y estatales, el fomento a la utilización de energías renovables, de conformidad con la legislación aplicable en la materia;	El **Proyecto** es compatible con esta norma, ya que el Estado mexicano tiene la obligación, en sus tres niveles de gobierno, de fomentar y promover el uso de fuentes de energía renovables y limpias como la transmitida por las líneas en mención, y que será generada en otro proyecto consistente en un parque solar que se planea llevar a cabo.
Artículo 86.- En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes: I. Garantizar la salud y la seguridad de la población a través del control y reducción de la contaminación atmosférica; II. Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero mediante el fomento de patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado fundamentalmente en áreas como: la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos; III. Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía;	Como se mencionó, el **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km. Mismas que conectarán un parque solar que no genera **GEI.** Además, **el Proyecto** al momento de transmitir la energía eléctrica tampoco genera **GEI** por lo que esto se trata de una medida de mitigación al cambio climático, que garantiza el derecho al medio ambiente sano, a la salud y seguridad de la población. Aunado a que este tipo de **Proyectos**

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
IV. La medición de la eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes inmuebles de dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal Centralizada y Paraestatal y de los Municipios**;** […]	forman parte de una estrategia y cambio de paradigma para garantizar los recursos naturales a las generaciones más jóvenes y futuras, es decir, la transición energética.

III.7. Reglamentos Estatales.

III.7.1. Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche.

El Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche (**RLEEPAC**) fue publicado en el **POEC** el 17 de agosto de 2000 y tiene por objeto proveer en la esfera administrativa, el cumplimiento de la **LEEPAC**. Los artículos a los cuales se vincula el **Proyecto** se indican en la siguiente tabla:

Tabla III. 31 Vinculación con el RLEEPAC

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 52.- Es de utilidad pública la protección, conservación y regeneración de la flora y fauna en territorio del Estado, tanto en sus porciones terrestres como acuáticas.	La **Promovente** implementará medidas de prevención, mitigación y compensación para la protección y conservación de la flora y fauna en el sitio donde se desarrollará el **Proyecto,** así como para prevenir el deterioro en la calidad del aire, agua y suelo del sitio donde se desarrollará el **Proyecto.**
Artículo 64.- Las emisiones de partículas sólidas y líquidas así como de olores, gases a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas oficiales mexicanas correspondientes […]	El **Proyecto** contempla la implementación de medidas para prevenir la alteración de la calidad del aire, **se implementarán acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo.** En dichas medidas se contempla observar las previsiones de la Ley General, del presente ordenamiento, así como de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación.
Artículo 95.- El vertimiento de aguas residuales en alcantarillado, veneros, cauces, vasos y demás depósitos y corrientes de agua, así como su infiltración en terrenos, deberá de hacerse cuando cumplan con las normas técnicas ecológicas correspondientes.	Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado.
Artículo 125.- Los responsables de fuentes emisoras de ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica y olores perjudiciales deberán proporcionar a las autoridades competentes la información que se les requiera, respecto a la emisión de contaminantes de acuerdo con las disposiciones del Reglamento y procurarán su observancia para evitar que se produzcan alteraciones en el ambiente o daños en la salud de las personas.	El **Proyecto** se ajustará a la normativa ambiental que en esta materia le aplica. Asimismo, proporcionará a las autoridades competentes la información que se les requiera, respecto a la emisión de contaminantes de acuerdo con las disposiciones de este Reglamento. Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.
Artículo 149.- Todas las industrias establecidas en el territorio estatal serán responsables del almacenamiento, manejo, transporte y destino final de los residuos sólidos que produzcan, así como los daños a la salud, al ambiente o al paisaje, que ocasionen.	El **Promovente** realizará actividades para el control, manejo, reducción y adecuada disposición de todos los residuos generados a través de programas para cada tipo de ellos, se contará con el **Programa de Manejo Integral de Residuos.**

III. 8. PLANES Y PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO DEL TERRITORIO

III.8.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (**POEGT**) fue expedido mediante Acuerdo Secretarial publicado en el **DOF** el 7 de septiembre de 2012. Tiene por objeto, en términos de lo establecido en el artículo 20 de **LGEEPA**, determinar la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes, determinando los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

En este sentido, el **POEGT** promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal (**APF**), que es a quienes está dirigido, lo que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional. Por su escala y alcance, el **POEGT** no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales.

El **POEGT** se encuentra estructurado por cuatro apartados principales y cinco anexos. En el apartado II se encuentra la propuesta de **POEGT**, que contiene la regionalización ecológica, los lineamientos ecológicos a cumplir y las estrategias ecológicas establecidas. En tal sentido, el **POEGT** está integrado por:

1. Regionalización ecológica, que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial.
2. Lineamientos ecológicos, y
3. Estrategias ecológicas.

Estos dos últimos componentes son aplicables a la regionalización ecológica y están enfocados a la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Regionalización ecológica.

El **POEGT** está compuesto por 80 regiones ecológicas, las que se integraron a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. Cada región ecológica se integra por un conjunto de Unidades Ambientales Biofísicas (**UAB**) que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en ello, a cada **UAB** le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas. En total, se delimitaron 145 **UAB** a escala 1: 2,000,000.

Lineamientos ecológicos.

El **POEGT** cuenta con 10 lineamientos ecológicos, que reflejan el estado deseable de una región ecológica o **UAB**, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico y se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Estrategias ecológicas.

Se definen como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización, dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables a cada **UAB**. Se implementan a través de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersectorial para dar cumplimiento a los objetivos del **POEGT**. En este sentido se definieron tres grandes grupos de estrategias:

1. Las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio,
2. Las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, y
3. Las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Cabe señalar que por la escala en que se encuentra el **POEGT**, no es factible que su aplicación se concrete en el Proyecto que nos ocupa, dado las dimensiones de éste. No obstante, ello y con el ánimo de contribuir a los alcances de los objetivos de este programa, se ofrece un análisis de las coincidencias de los objetivos del **Proyecto** con las estrategias asignadas a la región en que incide.

En este contexto, de acuerdo con la regionalización ecológica del **POEGT**, el **Proyecto** se ubica dentro de la Región Ecológica número 5.32 **UAB 137**, denominada "*Karst y Lomerios de Campeche*" tal y como se muestra en la siguiente Figura.

Figura III. 5 Ubicación de la UAB 137 del POEGT con el Proyecto



Las características de las **UAB** en comento se describen en la Tabla que se presenta a continuación:

Tabla III. 32 Descripción del POEGT para la UAB en la que se ubica el Proyecto.

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE DE LA UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	POLÍTICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	ESTRATEGIAS
5.32	137	Karst y Lomerios de Campeche	Preservación de Flora y Fauna	Forestal	Ganadería Turismo	Minería Pueblos Indígenas	Preservación, Aprovechamiento Sustentable y Restauración	Alta	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 24, 38, 44

Derivado de lo anterior, se identifica que la política que rige el área donde se desarrollará el **Proyecto** es de *"Preservación, Aprovechamiento Sustentable y Restauración*", por lo que impulsa el desarrollo de proyectos como el que se somete a evaluación.

Ahora bien, por lo que corresponde a las estrategias aplicables, a continuación, se presentan las que corresponden al área en que se pretende desarrollar el **Proyecto.**

Tabla III. 33. Estrategias de la UAB 137 del POEGT vinculadas con el Proyecto

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio	
A) Preservación 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	En la presente **DTU-BR** se establecen las acciones y programas que el **Promovente** realizará para asegurar la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como las medidas de compensación y mitigación.
B) Aprovechamiento Sustentable 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos 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.	El **POEGT** es de aplicación de la administración pública federal. Sin embargo, en el presente **DTU-BR** se establecen las medidas de prevención, mitigación y compensación que se emplearán para la realización del **Proyecto**, con lo cual, se demuestra la posibilidad de llevar a cabo un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Sobre todo, tomando en cuenta que la principal actividad del **Proyecto** es transmitir energía eléctrica limpia, generada en un parque solar (que ya están en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría, con el número de bitácora 09/MG-0597/10/25).
C) Protección de los recursos naturales 12. Protección de los ecosistemas.	Estos lineamientos están dirigidos a las autoridades federales, sin embargo, el **Proyecto** coadyuvará en el cumplimiento de estas estrategias por medio de la implementación de los respectivos programas; en los que se garanticen medidas de mitigación y compensación. Estas medidas, se aplicarán en las distintas etapas que lo componen.
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**. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	Esta estrategia está enfocada al que hacer de la administración pública. Las presentes estrategias no son aplicables al **Proyecto,** debido a su naturaleza de sector eléctrico, éste no pretende realizar actividades relacionadas con la minería o el turismo. No obstante, si bien se permiten las actividades mineras y de aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables, por ende, una actividad mucho menos invasiva y que no es extractivista como el **Proyecto,** debe ser procedente, pues pertenece al sector eléctrico y transmitirá energía eléctrica limpia, a saber, a través de la generada por un parque solar (La Alegría Solar).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana.	
A) Suelo Urbano y Vivienda 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	Esta estrategia está enfocada al que hacer de la administración pública. El **Proyecto** no pretende el desarrollo de actividades para vivienda.

Estrategia	Vinculación con el Proyecto
E) Desarrollo Social 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza	Esta estrategia está enfocada al que hacer de la administración pública**,** no obstante, se debe de señalar que el **Proyecto** conllevará beneficios económicos y sociales en la región por medio de la generación de empleos (directos e indirectos) y la transmisión de energía eléctrica proveniente de una fuente limpia, ya que conectará un parque solar.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
B) Planeación del Ordenamiento Territorial 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.	Las estrategias del presente fortalecen la gestión y coordinación institucional, las cuales únicamente pueden ser cumplidas por las autoridades competentes, no son aplicables al **Proyecto.**

Conclusión

El **POEGT** tiene por objeto promover un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la administración pública, que es a quienes se encuentra dirigido, lo que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional. Sin que sus disposiciones estén orientadas a autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales.

En tal sentido, para la número 5.32 y la **UAB 137**, denominada "*Karst y Lomerios de Campeche*", se prevé el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos naturales, valorizando los servicios ambientales que brindan, lo cual es congruente con el **Proyecto**, ya que con tal objeto se presenta esta **DTU-BR.** Además de que, entre otros aspectos, para su desarrollo y ejecución se implementarán las medidas de prevención y mitigación necesarias y, se cumplirá con lo establecido en otros ordenamientos jurídicos enfocados a regular los usos del suelo en la región; considerando además que en este grupo de estrategias se prevé la mejora de la infraestructura y ciudades sustentables, por lo que es claro que el incrementando y la participación de tecnologías limpias como el **Proyecto,** permiten disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de **GEI**; asimismo, se plantea mitigar el incremento en las emisiones de **GEI** y reducir los efectos del cambio climático, promoviendo, entre otras, las tecnologías limpias de generación eléctrica, a las cuales corresponde el **Proyecto**.

Por lo anterior, el **Proyecto** presenta congruencia con lo ordenado en el **POEGT.** Sumado al hecho que se permiten otras actividades mucho más intensivas como la minería.

III. 8.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (**POEMyRGMyMC**) fue publicado en el **DOF** el 24 de noviembre de 2012. Es un instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El **POEMyRGMyMC** considera un modelo con unidades de gestión ambiental, lineamientos ecológicos y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones generales y específicas, criterios ecológicos como a continuación se indican:

1. Unidades de Gestión Ambiental (**UGA**), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales:

    - Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo con su ubicación.

    - Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen tres Áreas Naturales Protegidas (**ANP**) de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 **ANP** Estatales.

2. Lineamientos Ecológicos que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las **UGA**, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.

3. Estrategias ecológicas que comprenden acciones generales y específicas, criterios ecológicos como a continuación se indican.

El **Proyecto** se ubica en zona terrestre dentro de los límites del municipio del Campeche, Estado de Campeche. En la siguiente figura se podrá observar el polígono del **Proyecto** que se encuentra en la **88.**

Figura III. 6 Ubicación del POEMyRGMyMC.



El **POEMyRGMyMC** prevé los ***Lineamientos Ecológicos*** que metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las **UGA**, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.

Sobre esta línea, a continuación, se presenta la Tabla de Lineamientos Ecológicos por **UGA**, que establece el **POEMyRGMyMC**, con relación a la **UGA 88**, que por su ubicación del **Proyecto** le es aplicable.

Tabla III. 34 Vinculación del POEMyRGMyMC.

NO.	LINEAMIENTOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
1.	Área Sujeta a Ordenamiento (ASO) con actividades humanas sustentables que no actúan significativamente con los principales factores de Cambio Climático Global (CCG), en específico Temperatura y Precipitación, que no alteran la estructura y funcionalidad de los ecosistemas.	El **Proyecto** consiste en la operación y mantenimiento, cierre y desmantelamiento de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la

NO.	LINEAMIENTOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km. Su desarrollo se regirá por las estrategias, políticas y lineamientos de protección y preservación contenidos en los Programas de Ordenamiento Ecológico y Planes de Desarrollo Urbano existentes en la región. Es por ello, que la transmisión de energía limpia, del **Proyecto,** contribuye a la mitigación de **GEI** y al desarrollo sustentable. Adicionalmente, implementará una serie de medidas y programas de protección y conservación de los componentes ambientales como son flora, fauna, suelo, etc., con objeto de mantener su funcionalidad, y los elementos y factores que forman parte del ecosistema.
2.	Alta calidad del aire en el ASO.	La transmisión de energía eléctrica limpia (que conectará al parque la Alegría Solar) no genera **GEI** ni contaminantes a la atmósfera, por el contrario, forma parte de los proyectos de la llamada transición energética, en la que este tipo de energías limpias busca reemplazar a aquellas que se generan mediante la quema de combustibles fósiles y que contaminan el aire.
3.	Bajo consumo de combustibles fósiles para la satisfacción de la demanda energética de la región.	El **Proyecto** no está relacionado con actividades de consumo de combustibles fósiles. La generación de energía eléctrica será mediante la aplicación de tecnologías limpias como es la transmisión de energía limpia (ya que conectará al parque solar La Alegría Solar, que está en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría).
4.	Mantenimiento de playas y condiciones adecuadas de la demanda energética de la región.	El **Proyecto** no se ubica en zonas costera, ni relacionada con las playas. Sin embargo, podrá satisfacer la demanda energética de la región mediante la aplicación de tecnologías limpias como es la transmisión de energía solar.
5.	ASO con baja marginación y alto nivel de bienestar humano.	El **Proyecto** generará empleos y promoverá el crecimiento y desarrollo sobre bases de sustentabilidad y aprovechamiento de recursos renovables como es la transmisión de energía solar.
6.	Formulación e implementación de planes y programas de planeación territorial, como POET, POEL, PDU y PPDU para todo el ASO, incluyendo estrategias de evaluación y seguimiento de los mismos.	Para la ejecución del **Proyecto** se han considerado todos los instrumentos de ordenamiento ecológico, así como los programas y planes de desarrollo, en los distintos niveles de gobierno, a fin de evidenciar que el mismo es compatible con los objetivos y estrategias de la región, tal como se puede observar en el presente Capítulo.
7.	100% de residuos líquidos industriales con tratamiento y disposición adecuado.	El **Proyecto** no generará residuos líquidos industriales; sin embargo, ha propuesto un **Programa de Manejo Integral de Residuos,** el cual contempla el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal.

NO.	LINEAMIENTOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
8.	100% de residuos biológico-infecciosos con adecuada captación, manejo y disposición final en el ASO.	El **Proyecto** no generará residuos biológico-infecciosos.
9.	100% de residuos líquidos municipales con tratamiento y disposición adecuado.	El **Proyecto** implementará el **Programa de Manejo Integral de Residuos,** el cual contempla el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal. En este sentido, se llevará a cabo el tratamiento y gestión integral de los líquidos municipales con base en la normatividad aplicable.
10.	Descargas de agua emitida por las plantas de tratamiento con tratamiento terciario o con calidad adecuada para el mantenimiento de la vida silvestre y el equilibrio ecológico de acuerdo a la normatividad vigente.	En la operación del **Proyecto** tiene un consumo mínimo de agua, en este sentido, los servicios sanitarios durante la etapa de preparación y construcción se contratará con el servicio de baños móviles, cuyo número estará en relación con el número de trabajadores en cada frente de trabajo, a razón de uno por cada 20 trabajadores (1:20). En la etapa de operación y mantenimiento se implementará una fosa séptica para el almacenamiento de aguas sanitarias el cual será vaciado una vez llenado su límite volumétrico por una empresa autorizada por la autoridad para el tratamiento de aguas. No se contempla la instalación de una planta tratadora de aguas residuales adicional
11.	Capacidad para la captación, manejo y disposición final del 100% de residuos sólidos en el ASO.	Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos, mismo que se describe en el capítulo VI de este **DTU-BR.**
12.	Minimizar los problemas de inundación y azolvamiento en la cuenca.	El **Proyecto** no alterará con ninguna de sus obras o actividades, los flujos hidrológicos en la región, por ende, no se presentarán inundaciones o azolvamiento de la cuenca a causa del mismo. Es decir, **no existen corrientes o cuerpos de agua superficiales**, atendiendo a la identificación y cuantificación de los impactos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación para la realización del **Proyecto.** Lo anterior, fue confirmado por oficio No. B00.904.04.-110 000984 (**Anexo_III_3.4._CONAGUA).**
13.	Aprovechamiento sustentable de la cuenca conforme a la disponibilidad hídrica del acuífero.	El **Proyecto** no llevará a cabo el aprovechamiento de la cuenca en ninguna de sus actividades., ni **existen corrientes o cuerpos de agua superficiales, como se indicó.**

NO.	LINEAMIENTOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
14.	Ausencia de infraestructura que modifique el perfil costero o los patrones de circulación y arrastre de materiales de las corrientes alineadas a la costa.	El **Proyecto** se ubicará fuera de la zona costera, por lo que no causará modificaciones el perfil costero, así como tampoco se alterarán las características de las corrientes alineadas a la costa
15.	Emisiones de productos contaminantes del suelo por actividades industriales en el ASO controladas.	El **Proyecto** no generará emisiones derivadas de la actividad industrial.
16.	Baja vulnerabilidad de la población ante los fenómenos hidrometeorológicos extremos.	Aunque el **Proyecto** no se relaciona directamente con este lineamiento de planeación y protección civil, se ajustará a las indicaciones que en algún momento instruyan las autoridades. Aunado al hecho que el **Proyecto** al ser una medida de mitigación del cambio climático, contribuye a combatir y a disminuir los fenómenos hidrometeorológicos extremos que afectan en mayor grado e intensidad a la población más vulnerable.
17.	Ubicación de usos de suelo industrial en los Planes de Desarrollo Urbano en zonas en donde se evite el deterioro ambiental.	El **Proyecto** no está relacionado con obras o actividades de índole industrial. No obstante, se desarrollarán actividades encaminadas a prevenir, mitigar y en su caso compensar el deterioro o impacto ambiental en el sitio del **Proyecto**.
18.	Patrón ordenado de ocupación del territorio en el ASO.	Como se ha mencionado, el **Proyecto** se apega a todos los planes y programas de desarrollo urbano, así como a los ordenamientos ecológicos de la región y a otras disposiciones jurídicas ambientales, que enmarcan los objetivos de planeación y sustentabilidad de la región, a fin de ser compatible con los mismos.
19.	Ecosistemas íntegros y población con bajo riesgo ante fenómenos naturales en el ASO.	Durante el desarrollo del **Proyecto** se implementará una serie de medidas y programas encaminados a la protección y preservación de los elementos naturales de la región y el funcionamiento de los ecosistemas, que derivan de los estudios y análisis realizados, que se detallan dentro del capítulo VII de este **DTU-BR**, a fin de mantener la integridad natural de cada uno de los recursos del sitio en el que se pretende desarrollar el **Proyecto.** Adicionalmente, el **Proyecto** se apega a todos los instrumentos jurídicos, de política y planeación que gestionan las actividades con base en los objetivos, las potencialidades y las carencias y riesgos del sitio.
20.	Mínimo conflicto y presión de las actividades turísticas con el resto de las actividades productivas de la región, ecosistemas, bienes y servicios ambientales.	El **Proyecto** no se relaciona con actividades de índole turístico.
21.	Estados saludables de las poblaciones de especies sujetas a algún tipo de explotación.	El **Proyecto** no realizará actividades de aprovechamiento o explotación de especies. Sin embargo, implementará una serie de medidas cuyo objetivo es la protección y conservación de las especies de flora y fauna que habitan en la región. Tales como: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten

NO.	LINEAMIENTOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto.** **5.** Programa de Educación Ambiental: Durante la totalidad de las actividades del **Proyecto,** se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de las medidas tanto de control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo. El Programa está enfocado en realizar una inducción inicial a todo el personal que esté relacionado con las actividades del Proyecto, así como el programar capacitación periódica con los temas de las acciones a implementar y la impartición de charlas diarias para la concientización del personal con temas

NO.	LINEAMIENTOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente. **Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**
22.	ASO con cobertura vegetal conservada y con la mayor distribución posible.	El **Proyecto** requiere de una superficie de 13.021 ha de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Sin embargo, se implementará una serie de medidas y programas de protección y preservación de los recursos naturales del sitio, como los siguientes: 1. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 2. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 3. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**
23.	ASO con conectividad de los ecosistemas costeros.	El **Proyecto** no se llevará a cabo en la zona costera, ni causará afectaciones a la funcionalidad e integridad de la misma.
24.	ASO con sistemas saludables de duna costera y ecosistemas asociados.	El **Proyecto** no se ubicará en zonas de dunas costeras, ni causará afectaciones a su integridad o a ecosistemas asociados.
25.	Bajo o nulo deterioro de la biodiversidad de los ecosistemas en el ASO.	El **Proyecto** se regirá por las estrategias, políticas y lineamientos de protección y preservación contenidos en los programas de ordenamiento ecológico y planes de desarrollo

NO.	LINEAMIENTOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		urbano existentes en la región. Adicionalmente, implementará una serie de medidas y programas de protección y conservación de la biodiversidad y los ecosistemas del sitio, como: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**

NO.	LINEAMIENTOS ECOLÓGICOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		5. Programa de Educación Ambiental: Durante la totalidad de las actividades del **Proyecto,** se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de las medidas tanto de control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo. El Programa está enfocado en realizar una inducción inicial a todo el personal que esté relacionado con las actividades del Proyecto, así como el programar capacitación periódica con los temas de las acciones a implementar y la impartición de charlas diarias para la concientización del personal con temas relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente.
26.	Bajo consumo de combustibles fósiles para la satisfacción de la demanda energética de la región.	El **Proyecto** es congruente con el lineamiento en cita, en virtud de que contribuirá a satisfacer la demanda energética de la región sin consumo de combustibles fósiles. Aunado al hecho que se implementarán acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo.
27.	Control eficiente en el manejo y comercialización de agroquímicos en el ASO.	El **Proyecto** no realizará actividades relacionadas con agroquímicos.

Para la implementación de los Lineamientos Ecológicos, el **POEMyRGMyMC** prevé una Estrategia Ecológica con Acciones Generales y Específicas, de modo que estas se implementen congruentemente con los objetivos de protección y preservación del medio ambiente, y se alcance el complemento de desarrollo sustentable que persigue la política nacional.

Las Acciones Generales y Específicas del **POEMyRGMyMC** que le aplican al **Proyecto** en cuestión, por ubicarse dentro de la **UGA No. 88**, y su vinculación con el mismo, son las siguientes:

Tabla III. 35 Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales del POEMyRGMyMC.

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	Esta acción general no guarda relación con el **Proyecto** dado que no se pretende promover el uso de tecnologías para el uso eficiente del agua, sin embargo, el **Proyecto** en sus diferentes etapas de desarrollo hará uso eficiente del agua, situación que permitirá su control y ahorro. Lo anterior, ya que el **Proyecto** requiere una cantidad mínima de agua, para la instalación de un sanitario por cada 20 personas trabajadoras. Los sanitarios y el agua necesaria para estos, será suministrada por una empresa sanitaria certificada y que cuente con las autorizaciones por las autoridades correspondientes.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	El **Proyecto** no tiene por objeto promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos, razón por la cual no guarda relación con esta acción general.

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El **Proyecto** dentro de su sus obras y actividades no tiene contemplado el impulso o apoyo para la creación de una UMA, asimismo, no se contempla la extracción, ni aprovechamiento de especies.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	El **Proyecto** no realizará la extracción, ni el aprovechamiento de la vida silvestre. Las especies de flora y fauna bajo protección legal serán protegidas, rescatadas y reubicadas bajo los programas de: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El **Proyecto** transmitirá energía limpia, misma que es una energía limpia, donde no prevé el establecimiento de bancos de germoplasma.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El **Proyecto** es compatible, pues plantea dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		3.558 km, que conectará un parque solar (La Alegría Solar) que ya está en evaluación de impacto ambiental. Lo anterior, contribuyendo a la reducción de la emisión de **GEI,** que calientan el planeta y amenazan la vida en la Tierra como la conocemos.[28]
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de bonos de carbono.	El **Proyecto** no tendrá emisiones de **GEI** a la atmósfera en su etapa operativa. No obstante, lo anterior, se implementarán las mejores prácticas y equipos de trabajo con tecnología limpia que minimice las emisiones de gases a la atmósfera, así como **las acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo.**
G008	El uso de organismos genéticamente modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El **Proyecto** no utilizará organismos genéticamente modificados en ninguna de sus actividades. La presente acción no guarda relación con el **Proyecto.**
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El **Proyecto** contempla la operación, mantenimiento y cierre de dos líneas de transmisión, en este sentido no guarda relación con la acción de referencia.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales	Esta acción está encaminada al quehacer de la administración pública y no guarda relación con el **Proyecto.** La obra planteada no corresponde al sector agropecuario. Se llevará a cabo dos líneas de transmisión de energía eléctrica limpia, evitando la expansión de la actividad pecuaria hacia áreas naturales protegidas; y, reduciendo así emisiones por degradación y deforestación.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	Aunque este **Proyecto** no es costero, incluye acciones y estrategias ambientales que permitirán proteger y preservar los ecosistemas que prevalecen en el sitio, a través de la implementación de diversas medidas tal cual se podrá observar en el presente **DTU-BR**.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Corresponde a la autoridad estatal y local la reubicación de zonas industriales. Adicionalmente, el **Proyecto** no prevé actividades relacionadas al sector industrial.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El **Proyecto** no pretende la introducción de especies invasoras, por lo que se ajusta el contenido de la presente acción.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El **Proyecto** no tiene por objeto promover la reforestación en márgenes de ríos. Además, **no existen corrientes o cuerpos de agua superficiales**, atendiendo a la identificación y cuantificación de los impactos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación para la realización del **Proyecto.** Lo anterior, fue confirmado por oficio No. B00.904.04.-110 000984 (**Anexo_III_3.4._CONAGUA).**
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El **Proyecto** no se desarrolla en área montañosas y esta acción se encuentra encaminada a la administración pública.

[28] www.awea.org.

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	Esta acción no guarda relación con el **Proyecto**, ya que no se prevé la realización de actividades agrícolas. Aunado al hecho, es necesario mencionar que la superficie del área del **Proyecto** no tiene pendientes mayores a 50%, el mismo desincentiva las actividades agrícolas intensivas por una actividad sustentable, como es el transmitir la energía eléctrica limpia, que conectará al parque La Alegría Solar, que ya se encuentra en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El **Proyecto** es compatible, ya que si bien, esta acción se encuentra dirigida a las autoridades administrativas, lo cierto es que durante la etapa de preparación del sitio y construcción se llevará a cabo de: **1. Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 2. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 3. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.** Además, **no existen corrientes o cuerpos de agua superficiales**, atendiendo a la identificación y cuantificación de los impactos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación para la realización del **Proyecto.** Lo anterior, fue confirmado

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		por oficio No. B00.904.04.-110 000984 (**Anexo_III_3.4._CONAGUA).**
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	Corresponde a la autoridad local lo citado en la presente acción general, en coordinación con la autoridad estatal.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	En el polígono del **Proyecto no existen corrientes o cuerpos de agua superficiales**, atendiendo a la identificación y cuantificación de los impactos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación para la realización del **Proyecto.** Lo anterior, fue confirmado por oficio No. B00.904.04.-110 000984 (**Anexo_III_3.4._CONAGUA).**
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	Las citadas acciones no guardan relación con el **Proyecto,** en virtud de que no se realizarán actividades extractivas, ni extensivas.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Esta acción va encaminada al quehacer estatal. Aunado al hecho que el presente **Proyecto** no tiene por objeto la implementación de campañas para el control de especies que puedan convertirse en plagas, sino que el objeto de dicho **Proyecto** es construcción, la operación y mantenimiento de dos líneas de transmisión aisladas.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	El **Proyecto** no tiene por objeto promover acciones de forestación o reforestación, no obstante, con el fin de prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales del **Proyecto,** en el capítulo VII de este **DTU-BR**, se proponen acciones para mitigar y recuperar los suelos, como: 1. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 2. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 3. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El **Proyecto** llevará a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de **13.021 ha de Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia, por lo que** se implementarán: 1. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 2. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 3. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El **Proyecto** no afectará la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y propone la implementación de medidas de mitigación y compensación que pudieran ocasionar daños ambientales.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El **Proyecto** no tiene por objeto promover el uso de hidrocarburos, motivo por el cual la presente acción no guarda relación con el **Proyecto.** Sumado al hecho que, con el desarrollo del **Proyecto,** es decir, dos líneas de transmisión de energía eléctrica limpia, **las autoridades promueven otras fuentes de energía eléctrica, de ahí que sea compatible.**
G028	**Promover el uso de energías renovables.**	El **Proyecto es congruente con la acción en cita, ya que se trata de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la CFE. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un DDV de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km, conectadas a un parque solar (bitácora 09/MG-0597/10/25).** **Por ello, el Proyecto se hará uso y aprovechamiento de energía solar como energía limpia, pues el Proyecto promueve y las autoridades deben impulsar las energías renovables y limpias en la UGA 88.**
G029	**Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.**	**El aprovechamiento de la energía solar para la transmisión de energía eléctrica mediante la utilización de paneles hace que el Proyecto promueva el aprovechamiento sustentable de la energía, siendo así congruente con la acción en cita**.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	Durante la operación y mantenimiento del **Proyecto** se hará uso de equipos energéticamente eficientes, siendo así congruente con la acción en cita.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	**Se precisa que el presente Proyecto consiste en la operación y mantenimiento dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la CFE. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un DDV de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud**
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		aproximada de 3.558 km, conectadas a un parque solar (bitácora 09/MG-0597/10/25). Esto favorecerá a reducir los contaminantes que contribuyen al calentamiento global. En síntesis, el **Proyecto** es congruente con las acciones generales en cita.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	El **Proyecto** no guarda relación con la acción indicada, no obstante, contribuirá con la transmisión de energía eléctrica bajo tecnologías limpias.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El **Proyecto** no guarda relación con la acción indicada, no obstante, contribuirá con la eficiencia energética mediante el soporte para la transmisión de energía eléctrica bajo tecnologías limpias.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El **Proyecto** no guarda relación con las actividades de producción agrícola o de cultivo.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Dentro de las actividades del presente **Proyecto,** no se contempla la evaluación de la potencialidad del suelo para captura de carbono. Sin embargo, mediante la implementación del **Programa de Revegetación** en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Corresponde a la autoridad estatal y/o local la formulación de instrumentos de planeación como son los ordenamientos ecológicos, motivo por el cual la presente acción no guarda relación con el **Proyecto**.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El presente **Proyecto** no tiene por objeto fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría, ya que es de su interés la operación y mantenimiento de dos líneas de transmisión de energía eléctrica aisladas.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios	Corresponde a la autoridad local, la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano de los principales centros de población de los municipios.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del	La acción no guarda relación con el **Proyecto**, dado que no generará contaminantes de emisiones a la atmósfera durante su operación, no obstante, el uso de maquinaria y equipo se ajustará a los estándares establecidos en

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	emisiones a la atmosfera, mediante mantenimiento preventivo o en su caso correctivo.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	Considerando que el **Proyecto** consiste en la operación y mantenimiento de dos líneas de transmisión y no una actividad pesquera, la presente acción no guarda relación con el mismo.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El **Proyecto** no corresponde a actividades pesqueras, razón por la cual la presente acción no guarda relación con el mismo, ya que éste pretende desarrollar una actividad relacionada con el sector energía.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El **Proyecto** pretende la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de dos líneas de transmisión eléctricas, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El **Proyecto** pretende la operación de dos líneas de transmisión eléctricas, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El **Proyecto** pretende la operación de un parque solar y su línea de transmisión eléctrica, precisamente las energías limpias y renovables son actividades productivas que diversifican las actividades de la región y contribuyen al desarrollo social.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	El **Proyecto** pretende la operación de dos líneas de transmisión eléctricas, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	El **Proyecto** pretende la operación de un dos líneas de transmisión eléctricas, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción, sin embargo, tomará las medidas necesarias para evitar accidentes dentro de sus instalaciones.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El **Proyecto** pretende la operación de dos líneas de transmisión eléctricas, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción, ni tiene que ver con la construcción de casas habitación resistentes a eventos hidrometeorológicos.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	En el desarrollo del **Proyecto** se pretende la ejecución de un **Programa de Manejo Integral de Residuos** y un **Programa de Educación Ambiental** en manejo de biodiversidad.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	La acción va dirigida a la administración pública. No obstante, en el **Proyecto** se instalarán contenedores debidamente rotulados para la segregación de residuos, así como sanitarios portátiles en frentes de trabajo activos para evitar las deyecciones al aire libre que estas causen afectaciones al suelo y a la hidrología, el mantenimiento y limpieza de éstos estará a cargo de empresas acreditadas, quienes se encargaran del traslado y disposición final de las aguas residuales. Para la etapa de operación y mantenimiento, se contempla la implementación de una fosa séptica, cuyo volumen y características específicas se definirán en fases posteriores del diseño.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El **Proyecto** somete a evaluación este **DTU-BR, indicando que se requiere de la remoción de 13.021 ha, o cambio de uso de suelo en terrenos forestales de Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia.** Sin embargo, se propone implementar los siguientes: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil.

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.** **5. Programa de Educación Ambiental:** Durante la totalidad de las actividades del **Proyecto,** se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de las medidas tanto de control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo. El Programa está enfocado en realizar una inducción inicial a todo el personal que esté relacionado con las actividades del Proyecto, así como el programar capacitación periódica con los temas de las acciones a implementar y la impartición de charlas diarias para la concientización del personal con temas relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo con la normatividad vigente.	El **Proyecto** pretende la operación y cierre de dos líneas de transmisión, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción. Impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo con la normatividad vigente, es una obligación del municipio y de la federación, respectivamente.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	El **Proyecto** pretende el desarrollo, la construcción, operación, mantenimiento y cierre de dos líneas de transmisión de energía eléctrica limpia (ya que conectará un parque solar, ya en evaluación de impacto ambiental), motivo por el cual no guarda relación con la presente acción. No obstante, el **Proyecto** a desarrollar es una medida de mitigación del cambio climático y parte de la transición energética de energías derivadas de la quema de combustibles fósiles por energías limpias.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	En la ejecución del **Proyecto** se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, en el que se incluye el manejo de residuos peligrosos de conformidad a la legislación ambiental vigente.

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El **Proyecto** no se encuentra dentro de áreas naturales protegidas.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El desarrollo del **Proyecto** se localizará totalmente en zona terrestre, motivo por el cual no habrá afectación a vegetación acuática.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	Considerando la ubicación del **Proyecto,** éste no se pretende la construcción de infraestructura costera.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El **Proyecto** no realizará actividades agropecuarias, motivo por el cual no podrá implementar procesos de mejora para el desarrollo de dichas actividades.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	El **Proyecto** pretende la operación y cierre de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción. Sumado al hecho que en el polígono del **Proyecto no existen corrientes o cuerpos de agua superficiales**, atendiendo a la identificación y cuantificación de los impactos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación para la realización del **Proyecto.** Lo anterior, fue confirmado por oficio No. B00.904.04.-110 000984 (**Anexo_III_3.4._CONAGUA).**
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El **Proyecto** no se encuentra dentro de áreas naturales protegidas, por lo que es compatible con esta acción.

Las Acciones Específicas que aplican a la **UGA No. 88** son:

Figura III. 7. Acciones específicas aplicables a la UGA 88.

A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Especificas:

Acciones Especificas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	APLICA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	APLICA
A-004	APLICA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	APLICA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	APLICA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	APLICA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	APLICA
A-008	APLICA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	APLICA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	APLICA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	APLICA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	APLICA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	APLICA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	APLICA	A-094	APLICA
A-017	APLICA	A-043	APLICA	A-069	APLICA	A-095	APLICA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	APLICA
A-019	APLICA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	APLICA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	APLICA
A-021	APLICA	A-047	APLICA	A-073	APLICA	A-099	APLICA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	APLICA
A-023	APLICA	A-049	APLICA	A-075	APLICA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA = NO APLICA

Tabla III. 36 Vinculación del Proyecto con las Acciones Específicas del POEMyRGMyMC de la UGA 88.

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Las acciones específicas de referencia no guardan relación con el **Proyecto**, ya que no se pretende la comercialización y uso de agroquímicos, fertilizantes ni pesticidas, así como tampoco su capacitación o el fomento al uso de los mismos.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	
A004	Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	El **Proyecto** no modificará el flujo hidrológico superficial. En el **Proyecto no existen corrientes o cuerpos de agua superficiales**, atendiendo a la identificación y cuantificación de los impactos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación para la realización del **Proyecto.** Lo anterior, fue confirmado por oficio No. B00.904.04.-110 000984 (**Anexo_III_3.4._CONAGUA).**
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El **Proyecto** es coadyuvante con el presente criterio, ya que el uso de agua se hará a través de pipas, lo que permite un mejor control de uso y disponibilidad de la misma.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Esta acción, se encuentra encaminada al quehacer de la administración pública. Aunado al hecho de que el **Proyecto** no tiene por objeto la implementación de programas para la captación de agua de lluvia.

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El **Proyecto** pretende la operación de dos líneas de transmisión de energía eléctrica limpia que se conectará a un parque solar, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción. Por lo que esta acción está dirigida a las autoridades y no guarda relación con el **Proyecto.**
A-008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	El **Proyecto** no pretende realizar sus actividades en ninguna playa y mucho menos donde haya anidación de tortugas marinas; y ni siquiera se encuentra cerca de alguna de estas zonas.
A-009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	El **Proyecto** no pretende realizar sus actividades en ninguna playa donde haya anidación ni reproducción de tortugas marinas. Aunado a que esta acción se encuentra orientada al quehacer del Estado.
A-010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctricas que no tiene que ver con actividades de conservación de tortugas marinas, por lo que no se relaciona con dicho criterio. Aunado a que esta acción se encuentra orientada al quehacer del Estado.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El **Proyecto** no pretende realizar actividades agropecuarias, sin embargo, es pertinente mencionar se llevará a cabo un cambio de uso de suelo de terrenos forestales de 13.021 ha, sin embargo, el **Proyecto** o ampliará la frontera agropecuaria y además, propone implementar: 1. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 2. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 3. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.** **4. Programa de Educación Ambiental:** Durante la totalidad de las actividades del **Proyecto,** se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de las medidas tanto de control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo. El Programa está enfocado en realizar una inducción inicial a todo el personal que esté relacionado con las actividades del Proyecto, así como el programar capacitación periódica con los temas de las acciones a implementar y la impartición de charlas diarias para la concientización del personal con temas relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente.
A-012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctricas, no se llevará a cabo cerca de dunas costeras, sumado a que esta acción está encaminada al quehacer estatal.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El **Proyecto** consiste en dos líneas de transmisión eléctricas y no introducirá especies potencialmente invasoras para actividades marítimas.
A-014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	El **Proyecto** consiste en dos líneas de transmisión eléctricas y no se llevará a cabo cerca de manglares y otros humedales, tal como se indicó en el apartado correspondiente de este **DTU-BR**, sobre los sitios de la **Convención Ramsar.**
A-015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	La ubicación del **Proyecto** se encuentra fuera de dunas costeras.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	La ubicación del **Proyecto** se encuentra fuera de áreas naturales protegidas, no obstante, con el fin de reafirmar su compromiso con el desarrollo sustentable, se implementará: 1. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 2. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 3. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.** **4. Programa de Educación Ambiental:** Durante la totalidad de las actividades del **Proyecto,** se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de las medidas tanto de control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo. El Programa está enfocado en realizar una inducción inicial a todo el personal que esté relacionado con las actividades del Proyecto, así como el programar capacitación periódica con los temas de las acciones a implementar y la impartición de charlas diarias para la concientización del personal con temas relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El desarrollo del **Proyecto** contempla acciones de recuperación del suelo, en específico de aquellas superficies que se verán afectadas por el desarrollo de las actividades a través del: **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has; y del **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM059 SEMARNAT-2010).	El **Proyecto** se ajusta a la acción en cita, en virtud de que se consideran acciones de rescate y reubicación de especies tanto de flora y fauna sujetas a protección legal de acuerdo con la NOM-059 SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. En atención a lo anterior, se implementará: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil.

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A019	Los programas de remediación que se implementen deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	En el desarrollo del **Proyecto** incluye un manejo integral de residuos de conformidad a la legislación ambiental y con el **Programa de Manejo Integral de Residuos,** a fin de evitar riesgos de contaminación al suelo.
A-020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los Periodos de zafra.	El **Proyecto** consiste en dos líneas de transmisión eléctricas, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción.
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	El **Proyecto** no se encuentra en zona urbana, ni industrial. No obstante, en su desarrollo se aplicarán medidas de prevención y mitigación para conservar la calidad del aire, agua y suelo, lo anterior en apego a la normatividad ambiental aplicable.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	El **Proyecto** no llevará a cabo ninguna obra o actividad en zona o aguas costeras, ni con hidrocarburos, razón por la que la acción en cita no guarda relación con el mismo.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El **Proyecto** consiste en dos líneas de transmisión eléctricas que no contaminarán el suelo, pero en su caso, se contemplarán medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo, asimismo se contemplan en el caso de una emergencia o contingencia ambiental acciones inmediatas para la remedición *in situ.*
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	No habrá generación de emisiones de **GEI** a la atmosfera durante etapa operativa del **Proyecto** ya que se trata de dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la **CFE**. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un **DDV** de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km, que conectará un parque solar (que ya se encuentra en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría. Por lo tanto, esta acción es totalmente compatible con el **Proyecto.** Además, se aplicarán **acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo**, a fin de que no sobrepasen los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental vigente.
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	En la ejecución del **Proyecto** se incluye un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, que incluye el manejo de residuos peligrosos, a fin de prevenir la contaminación al suelo.
A026	**Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.**	**El Proyecto consiste en dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la CFE. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un DDV de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km,**

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km, que conectará un parque solar (La Alegría Solar), mismo que se encuentra en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría, con número de bitácora: 09/MG-0597/10/25. **Esta acción representa el cumplimiento del objetivo de reducir emisiones y la transición hacia fuentes renovables de energía que se enmarcan en este artículo de la LGCC.**
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El **Proyecto** no se desarrollará en playas, por lo que no le aplica este criterio.
A-028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El **Proyecto** no se desarrollará en dunas, por lo que no le aplica este criterio.
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	El **Proyecto** no se desarrollará en la costa, por lo que no le aplica este criterio.
A-030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	El **Proyecto** no se desarrollará en la costa, o en sistemas lagunerros, por lo que no le aplica este criterio.
A-031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	
A-032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El **Proyecto** no tiene por objeto el fomento del aprovechamiento de energía eólica, sin embargo, hará uso de una energía renovable como lo es la energía solar.
A037	**Promover la generación energética por medio de energía solar.**	**El Proyecto consiste en dos líneas de transmisión eléctricas aéreas, conformadas por dos circuitos que se desarrollan de manera paralela, desde la subestación de maniobras del parque fotovoltaico hasta su entronque con las líneas de transmisión ESA A3Q20 TIC y ESA A3Q30 TIC, propiedad de la CFE. Ambas líneas operarán a un nivel de tensión de 400 kV y contarán con un DDV de 36 m. La línea ubicada al este presenta una longitud aproximada de 3.86 km, mientras que la línea ubicada al oeste cuenta con una longitud aproximada de 3.558 km,** que conectará un parque solar (La Alegría Solar), mismo que se encuentra en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Secretaría, con número de bitácora: 09/MG-0597/10/25, conectados a un parque solar.

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		Por lo tanto, si bien el **Proyecto** no genera energía eléctrica solar, si transmitirá dicha energía, y por lo tanto debe ser promovida.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	El **Proyecto** pretende la operación de una línea de transmisión, no impulsará el uso de residuos agrícolas, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El **Proyecto** al no contemplar una actividad agrícola no hará uso de agroquímicos.
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El **Proyecto** no realizará actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola, por lo que no resulta aplicable.
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctrica y no una pesquería comercial, por lo que no resulta aplicable.
A-042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctrica y no tiene por objeto actividades extractivas de especies marinas, por lo que no resulta aplicable.
A-043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctrica y no una pesquería o flota pesquera, ni tiene por objeto diversificar las especies en explotación comercial, por lo que no resulta aplicable.
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A-045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctrica y no aprovecharán especies que se encuentran en algún régimen de protección para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctrica y no verterá residuos de embarcaciones, esta acción no resulta aplicable al **Proyecto.**
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	El **Proyecto** e son dos líneas de transmisión eléctrica, **no** monitorearán las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos, por lo que no resulta aplicable.
A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctrica, y **no** contribuirán a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación, por lo que no resulta aplicable.
A-049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctrica, y **no** contribuirán a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		producción pesquera y turística para embarcaciones menores, por lo que no resulta aplicable.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El **Proyecto** pretende la operación de son dos líneas de transmisión eléctrica, **no** promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales; tampoco promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación motivo; por el cual no guarda relación con la presente acción y se encuentra orientada al quehacer estatal. El **Proyecto** promueve el uso sostenible de la superficie, ya que es agrícola, y se transmitirá energía eléctrica limpia, por lo que esto constituye una práctica de manejo y tecnología que favorece la captura de carbono. Aunado a lo anterior, el **Proyecto** no lleva a cabo actividades extensivas.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El **Proyecto** se relaciona con el sector energía, y dada la naturaleza del mismo no guarda relación con el establecimiento de una zona urbana.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	El **Proyecto** pretende realizar dos líneas de transmisión eléctrica, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción, ya que esto es una obligación de la administración pública. .
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El **Proyecto** realiza un mínimo consumo de agua, para la higiene de los trabajadores y, en su caso, se contará con los permisos correspondientes, en caso de llevar a cabo descargas municipales.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Dentro de sus obras, el **Proyecto** no prevé alguna planta de tratamiento de aguas residuales. El retiro y la disposición final de dichas aguas o mediante permiso de la autoridad municipal local.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	
A-066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático	Esta es una acción encaminada al quehacer estatal, no se llevará a cabo el tratamiento de las plantas de tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	la restauración de humedales. El **Proyecto** pretende la operación y cierre de dos líneas de transmisión eléctrica limpia, ya que conectarán un parque solar.
A-067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas	El **Proyecto** pretende la operación y cierre de dos líneas de transmisión eléctricas, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción, pues no se trata de un proyecto urbano o turístico.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Aun y cuando no habrá actividades en zona costera y en el mar, se llevará a cabo un manejo integral de los residuos conforme la normatividad aplicable.
A-069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	El **Proyecto** dará tratamiento a los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial, que en su caso genere, con base en la **LGPGIR, RLGPGIR** y demás normativa aplicable.
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	No resulta aplicable este criterio, ya que además de ser dirigida al quehacer estatal, el **Proyecto** no se realiza ni impacta zonas costeras.
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	El **Proyecto** pretende la operación y cierre de dos líneas de transmisión eléctricas, motivo por el cual no guarda relación con la presente acción.
A-072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	
A-073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales	El **Proyecto** pretende la operación y cierre de dos líneas de transmisión eléctricas, por lo que no tiene que ver con la construcción modernización y ampliación la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), de ahí que no resulta aplicable.
A-074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	
A-075	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	El **Proyecto** pretende la operación y cierre de dos líneas de transmisión eléctrica, no la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera, de ahí que no resulta aplicable este criterio. En este sentido, en el polígono del **Proyecto no existen corrientes o cuerpos de agua superficiales**,

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		atendiendo a la identificación y cuantificación de los impactos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación para la realización del **Proyecto.** Lo anterior, fue confirmado por oficio No. B00.904.04.-110 000984 (**Anexo_III_3.4._CONAGUA).**
A-080	Consolidar el desarrollo turístico en las zonas de alto valor cultural, arqueológico, natural y paisajístico, considerando su preservación desde el punto de vista ecológico y sociocultural.	El **Proyecto** corresponde al sector de la energía, de ahí que las acciones de referencia, es decir, consolidar el desarrollo turístico en las zonas de alto valor cultural, arqueológico, natural y paisajístico; fomentar e instrumentar acciones coordinadas entre el sector turismo y el INAH para el rescate de la arquitectura de importancia histórica y su introducción al turismo; fomentar el conocimiento y difusión del patrimonio y atractivos culturales y naturales de la región, como apoyo al desarrollo turístico; impulsar el uso de materiales provenientes de la naturaleza para el desarrollo de actividades productivas artesanales; promover y regular el desarrollo de las actividades e infraestructura turística; promover y regular el desarrollo de las actividades e infraestructura turística en coordinación con la federación, estado y municipios, con la participación de los sectores social y privado, atendiendo la Agenda 21 para el turismo de SECTUR; fomentar la práctica y el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca, **no guardan relación con las líneas de transmisión eléctricas que se someten a evaluación.**
A081	Fomentar e instrumentar acciones coordinadas entre el sector turismo y el INAH para el rescate de la arquitectura de importancia histórica y su introducción al turismo.	
A082	Fomentar el conocimiento y difusión del patrimonio y atractivos culturales y naturales de la región, como apoyo al desarrollo turístico.	
A-083	Fomentar e impulsar el uso de materiales provenientes de la naturaleza para el desarrollo de actividades productivas artesanales.	
A084	Promover y regular el desarrollo de las actividades e infraestructura turística en coordinación con la federación, estados y municipios, con la participación de los sectores social y privado, atendiendo la Agenda 21 para el turismo de SECTUR.	
A-085	Promover y regular el desarrollo de las actividades e infraestructura turística en coordinación con la federación, estado y municipios, con la participación de los sectores social y privado, atendiendo la Agenda 21 para el turismo de SECTUR.	
A-086	Fomentar la práctica y el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca.	
A-087	Promover la inversión y la gestión de recursos públicos para el fortalecimiento de las actividades turísticas, pesca y acuacultura.	El **Proyecto** pertenece al sector energético, razón por la cual la acción de referencia no guarda relación con el mismo y está dirigida a la administración pública.
A-088	Promover la participación de las instituciones educativas y sociales en el desarrollo y consolidación del sector turismo en la región.	Esta acción está dirigida al quehacer estatal. Aunado al hecho que el **Proyecto** pretende la operación y cierre de dos líneas de transmisión eléctricas por el cual no guarda relación con la presente acción.
A-089	Promover acciones coordinadas para incentivar actividades de turismo arqueológico submarino de manera sustentable, considerando las atribuciones y facultades de la SECTUR y el INAH.	El **Proyecto** pertenece al sector energético y se trata de dos líneas de transmisión eléctricas, por lo que no tienen que ver con el turismo arqueológico submarino de manera sustentable y con base en ello, no resulta aplicable este criterio.
A-094	Promover la investigación del estado y condiciones de las poblaciones de caracol y las condiciones ambientales de su hábitat, para dar mayor soporte al manejo y regulación de su pesquería.	El **Proyecto** pertenece al sector energético y se trata de dos líneas de transmisión eléctricas, no tiene como objetivo promover la investigación del estado y condiciones de las poblaciones de caracol y las condiciones ambientales de su hábitat, para dar mayor soporte al manejo y regulación de su pesquería, por lo que esta acción, va encaminada al quehacer estatal.

NO.	ACCIÓN ESPECÍFICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
A-095	Promover el apoyo financiero y la comercialización para el sector pesquero y acuícola en la región, con base en los programas federales y estatales, considerando los lineamientos normativos como de la Carta Nacional Pesquera.	El **Proyecto** pertenece al sector energético y se trata de dos líneas de transmisión eléctricas, la comercialización para el sector pesquero y acuícola en la región, por lo que esta acción, va encaminada al quehacer estatal.
A-096	Fomentar la vigilancia de las medidas de conservación y protección necesarias para el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca.	El **Proyecto** pertenece al sector energético y se trata de dos líneas de transmisión eléctricas, no de vigilancia de las medidas de conservación y protección necesarias para el desarrollo de actividades deportivo-recreativas derivadas del sector pesca, por lo que esta acción, va encaminada al quehacer estatal.
A-097	Fortalecer los mecanismos para la potencializar las actividades deportivo-recreativas.	El **Proyecto** pertenece al sector energético y se trata de dos líneas de transmisión eléctricas, no de vigilancia de las medidas de conservación y protección necesarias para los mecanismos para la potencializar las actividades deportivo-recreativas. Por lo que esta acción, va encaminada al quehacer estatal.
A-098	Identificar Zonas con aptitud alta para la pesca ribereña distintas a las que actualmente se utilizan para la captura del recurso.	El **Proyecto** pertenece al sector energético y se trata de dos líneas de transmisión eléctricas, no identificar Zonas con aptitud alta para la pesca ribereña distintas a las que actualmente se utilizan para la captura del recurso. Por lo que esta acción, va encaminada al quehacer estatal.
A-099	Generar e impulsar la investigación de las diversas especies de interés comercial con la finalidad de crear paquetes tecnológicos acuícolas para el sector social y empresarial.	El **Proyecto** pertenece al sector energético y se trata de dos líneas de transmisión eléctricas, no impulsar la investigación de las diversas especies de interés comercial con la finalidad de crear paquetes tecnológicos acuícolas para el sector social y empresarial
A-100	Todas las obras o infraestructura de comunicaciones, desarrollos productivos y turísticos a realizarse en los municipios de Carmen, Candelaria, Escárcega, Campeche, Champotón, Tenabo, Hechechakán y Calkiní, deberán apegarse a la normatividad aplicable incluyendo la LGEEPA, La Ley de Aguas y su Reglamento, y la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Campeche para garantizar que no se afectará el flujo y régimen hídrico o laminar y subterráneo de la zona de influencia del proyecto, a fin de evitar afectaciones a centros de población, áreas productivas, servicios ambientales, la conectividad genética y cambios en la estructura y composición de flora y fauna asociada a sistemas acuáticos.	El **Proyecto** correspondiente al sector energético. Busca en todo momento ajustarse a la **LGEEPA** y demás normatividad. Asimismo, en este **DTU-BR** se evidencia la no afectación al flujo y régimen hídrico o laminar y subterráneo de la zona de influencia del **Proyecto,** pues en el polígono del **Proyecto no existen corrientes o cuerpos de agua superficiales**, atendiendo a la identificación y cuantificación de los impactos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación para la realización del **Proyecto.** Lo anterior, fue confirmado por oficio No. B00.904.04.-110 000984 (**Anexo_III_3.4._CONAGUA).**

De acuerdo con lo expuesto, se concluye que no existe restricción expresa para llevar a cabo el **Proyecto** y que además, es congruente con los Lineamentos Ecológicos establecidos en el **POEMyRGMyMC**, así como con las Acciones Generales y Específicas de la Estrategia Ecológica asignadas para la **UGA No. 88**.

III.8.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARTICIPATIVO LOCAL DEL MUNICIPIO DE CAMPECHE

El Programa de Ordenamiento Ecológico Participativo Local del Municipio de Campeche (**POEL de Campeche**) fue publicado el 08 de octubre de 2024, en el Periódico Oficial del Estado de Campeche es el instrumento de política ambiental que tiene como "*características a) se trata de una política de Estado, un marco legal e institucional implementado a través de programas e instrumentos concretos; b) concibe al territorio como sistema complejo donde interactúan subsistemas socio-culturales, económicos, urbano-regionales y políticos, cuyas relaciones son dinámicas en el tiempo y el espacio; c) coadyuva a coordinar fases y pasos técnicos, científicos, políticos y de administración pública; d) genera una visión de futuro donde se construyen escenarios y posibles conflictos y; e) necesariamente es un proceso concertado y de participación colectiva, donde se reflejan las diversas perspectivas, deseos e interpretaciones en función de la diversidad cultural, e ideológica representada en el territorio a ordenar.*"

Unidades de Gestión Territorial

El modelo de Ordenamiento Ecológico y Territorial prevé la zonificación del territorio municipal con base en criterios tecnocientíficos, administrativo-legales, económico-productivos y socio-culturales. La primera zonificación que se obtiene es la basada en los atributos del sistema natural y da lugar a un conjunto de Unidades Físico Bióticas. Cuando a estas unidades se asignan políticas de uso de suelo y aprovechamiento de recursos naturales se transforman en Unidades de Gestión Territorial (**UGTs**), las cuales contienen lineamientos y criterios todavía más detallados que en etapas previas.
El modelo contiene el mapa con las unidades de gestión ambiental, las políticas ambientales, los usos del suelo sugeridos y los lineamientos ecológicos (metas) y, la Estrategia Ecológica con sus estrategias, líneas de acción, responsables y los criterios ecológicos. Con el propósito de facilitar la lectura de dicha propuesta, se elaboraron fichas técnicas que contienen una síntesis de la información relevante que da sustento a esta propuesta.

Las Unidad de Gestión Ambiental (**UGA**) es la unidad mínima del área de Ordenamiento Ecológico a la que se le asignan lineamientos y estrategias ecológicas, que posee condiciones de homogeneidad de atributos físico-bióticos, socioeconómicos y de aptitud sobre la base de un manejo administrativo común, que además representa la unidad estratégica de manejo que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando el consenso entre los sectores respecto a la utilización del territorio.

Usos de Suelo

Se identificaron 11 **UGAs** divididas en 1 para conservación, 3 para restauración, 6 para aprovechamiento sustentable y 1 para protección, representada esta última por la Reserva de la Biosfera Los Petenes Con esta configuración espacial la política de aprovechamiento sustentable cubre el 62.2% de la superficie del municipio, seguida por la política de restauración con el 24.1%, en tercer lugar, se encuentra la política de conservación con el 12.1% del territorio y, finalmente, la política de protección con el 1.6%.

1. Bienes y servicios ambientales (captura de carbono);
2. Áreas destinadas voluntariamente a la conservación y UMAS;
3. Restauración productiva con sistemas agroforestales;
4. Forestal con planes de manejo;
5. Ganadería regenerativa;
6. Agricultura regenerativa;
7. Producción de caña certificada, corte en fresco;
8. Apicultura;
9. Turismo (ecológico - histórico - cultural);
10. Pesca y acuacultura;
11. Asentamientos Humanos;
12. Agroindustria;
13. Industria energética;
14. Infraestructura vial; y
15. Comercial

Lineamientos ecológicos (metas)

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (**RLGEEPAOE**) publicado en el **DOF** el 8 de agosto de 2003 (última actualización 31 de octubre de 2014) define al lineamiento ecológico como una *"meta o enunciado general, que refleja el estado deseable de una unidad de gestión ambiental".*

Con base en esta definición y considerando el escenario estratégico y la información diagnóstica del Municipio, se definieron las siguientes metas para el municipio y se les asignaron sus correspondientes estrategias, como:

1. Transitar hacia la agricultura y ganadería regenerativa que aporta mejores prácticas sustentables al comprometerse con la salud de los recursos naturales, la diversificación de la producción y la generación de nuevas oportunidades que coadyuven a detener los procesos de deforestación y degradación ambiental (erosión, incendios, presión) y promuevan el aprovechamiento sustentable y restauración que se identificó en el municipio (Estrategias 2, 3, 7, 17)

2. Instrumentar acciones para restaurar los suelos, cuerpos de agua y zonas costeras contaminadas por la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos y rurales y promover el reúso, reciclaje y tratamiento, obteniendo energías renovables que aporten a la economía circular (Estrategias 6, 9, 14, 15)

3. Impulsar modelos de negocios sustentables basados en la naturaleza como sistemas agroforestales, milpa maya, apicultura, artesanías y manejo forestal sustentable con enfoque de aprovechamiento sustentable y conservación mediante la oportunidad del Programa Sembrando Vida y dar valor a la producción mediante su industrialización (Estrategias 16, 18, 19, 21)

4. Desarrollar obra pública para mejorar el acceso al agua en zonas urbanas o localidades del municipio con enfoque de restauración de la calidad del recursos y aprovechamiento sustentable (Estrategias 1).

5. Instrumentar medidas de adaptación y mitigación en áreas rurales y urbanas del municipio ante eventos hidrometeorológicos como lluvias o sequías extremas o huracanes (Estrategia 8, 10, 11).

6. Diseñar y proponer una estrategia para la certificación de bonos de carbono en mercados voluntarios de ejidos, pequeños propietarios y localidades como una medida de conservación de los recursos naturales y mitigación ante el cambio climático y promover el Programa de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (**ADVC**) de la **CONANP** (Estrategias 4, 5).

7. Promover una estrategia para la movilidad de bienes, servicios y personas que incluya el mantenimiento a las vías de comunicación (tren, carreteras y caminos), con el propósito de aumentar la accesibilidad entre la cabecera municipal y el resto de las localidades del municipio y restaurar las áreas degradadas provocadas por el Tren Maya y vialidades asociadas (Estrategia 22).

8. Incentivar junto con el gobierno del Estado de Campeche y la Federación una estrategia de fomento del turismo sustentable, histórico, cultural, gastronómico, hidrológico y comunitario en coordinación con el proyecto del Tren Maya (Estrategia 20) 9. Impulsar una estrategia de capacitación para aprovechar el potencial humano y de conocimiento cultural y ambiental de la población del municipio, promover el auto empleo y evitar la competencia desleal que podrá ocasionar el inminente crecimiento poblacional, al convertirse las estaciones del Tren Maya en un polo de desarrollo. (Estrategia 12).

9. Impulsar una estrategia de capacitación para aprovechar el potencial humano y de conocimiento cultural y ambiental de la población del municipio, promover el auto empleo y
evitar la competencia desleal que podrá ocasionar el inminente crecimiento poblacional, al convertirse las estaciones del Tren Maya en un polo de desarrollo. (Estrategia 12).

10. Aprovechar sustentablemente los recursos naturales con los que cuenta el Municipio para impulsar el desarrollo energético sustentable con proyectos que impulsen el crecimiento económico del municipio con estricto apego a la normatividad vigente (Estrategia 13).

Estrategia Ecológica

El **RLGEEPAOE** dicta que se deberá formular la Estrategia Ecológica, que como ya se mencionó al principio de esta etapa, incluye las estrategias, líneas de acción y responsables; así como los criterios de regulación ecológica.

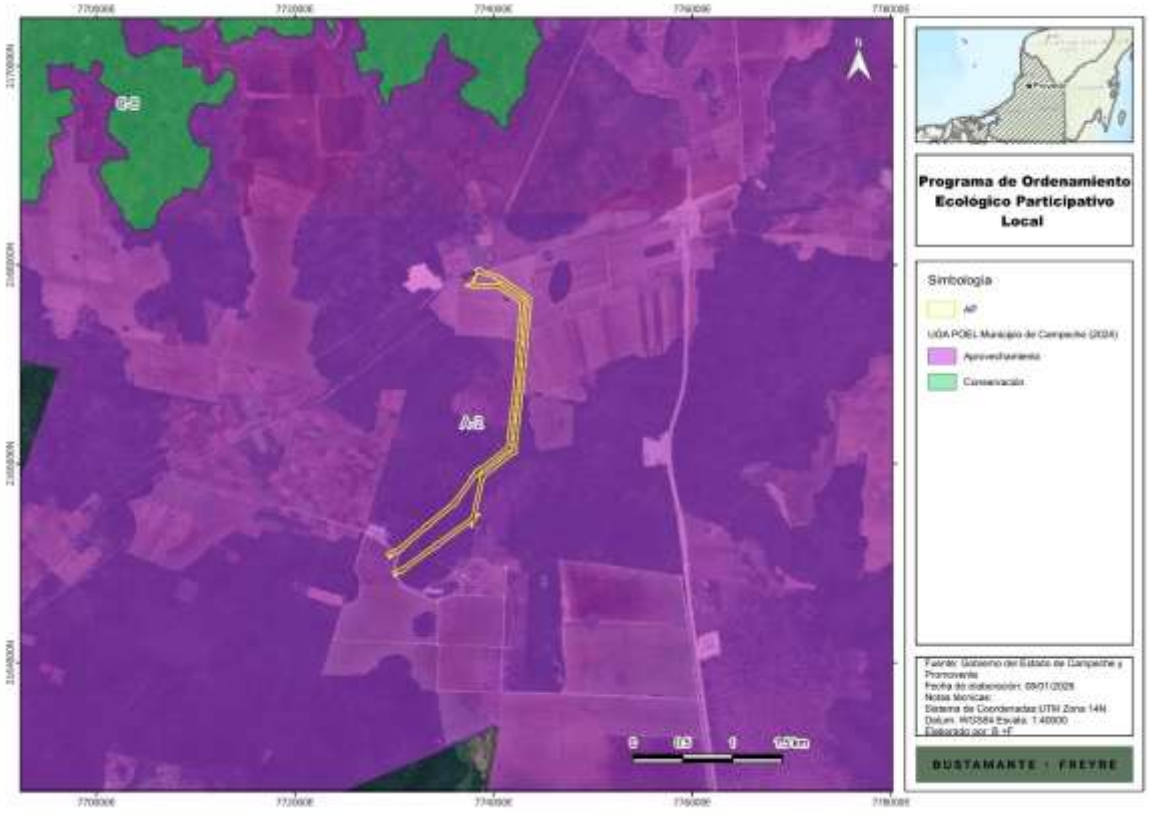
Estrategias, líneas de acción y responsables

En el apartado correspondiente al análisis sectorial se explicó ampliamente como se definieron las estrategias y líneas de acción, así como los responsables de cada una de ellas. En resumen, se revisaron los Planes de Desarrollo Nacional, Estatal y Municipal, así como los Programas Sectoriales Transversales del Gobierno Estatal y el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Campeche. Respecto a los responsables, se identificaron a las autoridades que de acuerdo con sus atribuciones correspondía atender tales estrategias y acciones vinculadas de manera directa con el uso y manejo del territorio.

Como resultado de este trabajo, se obtuvieron para el **POEL de Campeche** 22 estrategias con 182 líneas de acción, para cada línea de acción se identificaron las autoridades responsables de las diferentes áreas del Municipio (se cotejaron con el Reglamento Interior Administrativo y las aportaciones de la autoridad municipal) y las corresponsables del Gobierno Federal y Estatal. Esta información fue presentada, validada, completada y ajustada con las observaciones y sugerencias de las autoridades correspondientes en los talleres que se realizaron el 24 de junio de 2024, ante los sectores de la Administración Pública del Estado de Campeche vinculados con el uso y manejo del territorio municipal y el 27 de junio ante las autoridades del Municipio de Campeche y los representantes de los sectores que asistieron a dicho taller.

Del geoposicionamiento del **Proyecto** se identificó que incide dentro de la **UGA A-2,** tal y como se muestra en la siguiente imagen:

Figura III. 8 Incidencia del Proyecto con la UGA A-2 del POETME.



En la siguiente Tabla se proporciona la política, usos, lineamientos y criterios aplicables a esta **UGA A-2:**

Tabla III. 37. Descripción del POEL para la UGA A-2 en la que se ubica el Proyecto.

UGA	POLÍTICA	USO PROPUESTO	USO COMPATIBLE	USO CONDICIONADO	NO. ESTRATEGIA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, COORDINADOR O COADYUVANTE.
A-2	Aprovechamiento	Agricultura regenerativa (horticultura) Producción de caña corte en fresco y en quemado, para zona pedregosa. Ganadería regenerativa Apicultura	Sistemas agroforestales Turismo Comercial	Cultivo de arroz bajo el concepto de agricultura regenerativa Avicultura Agroindustria Infraestructura vial Asentamientos humanos.	1.1, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.12, 1.13, 1.14, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 3.2, 3.6, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 8.5, 9.1, 9.2, 9.3, 9.5, 9.8, 10.1, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7, 10.8, 10.9, 10.10, 10.12, 10.13, 11.1, 11.2, 11.3, 12.3, 12.4, 12.5, 13.4, 13.14, 13.16,13.17, 13.19,13.20, 14.2, 14.3, 14.6, 15.1, 15.3, 15.4, 16.3, 16.4, 16.5, 16.6, 17.1, 17.2, 17.3, 17.4, 17.5, 17.6, 17.7, 17.8, 17.9, 17.10, 17.11, 17.12, 17.13, 17.14, 17.15, 18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 18.5, 18.6, 20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6, 21.4, 22.1, 22.2, 22.3, 22.4, 22.6, 22.	**MUNICIPIO:** DAJyT,DDEyT, DFDSyH, DGDUyES, DGDUCyMA, DIySC, DOP, DPC, DPyPIPP, SMAPAC **ESTADO:** AEEC, CAPAE-Organismos operadores, SB, SDA, SEDECO, SEDUMOP, SEMABICCE **FEDERACIÓN:** ASEA, CONAGUA, SECTURFONATUR, SEMARNAT, SICT, CONAFOR

Como se observa en la tabla, la política de la **UGA-2,** en la que incide el **Proyecto** es de aprovechamiento, consistente en promover el uso de suelo de Agricultura regenerativa (horticultura), Producción de caña, corte en fresco y en quemado, para zona pedregosa, ganadería regenerativa y apicultura**. En esta política se trata de mantener la forma y función de los ecosistemas y al mismo tiempo utilizar los recursos existentes en la Unidad de Gestión Territorial.**

En relación con la tabla anterior, es de señalar que en esta **UGA-2,** tiene una política de aprovechamiento y aunque no señala la actividad de energías renovables como una actividad prohibida o condicionada, sus Estrategias, lineamientos y líneas de acción, sí contemplan la implementación de energías renovables.

Tabla III. 38. Vinculación del Proyecto con los criterios aplicables a la UGA A-2.

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Estrategia 1. Manejo Integral y Sustentable Del Agua	1.1 Impulsar la creación de la Agenda del Agua con una visión 2030 en vinculación con los tres órdenes de gobierno, definiendo las unidades de planeación dentro de las regiones hidrológicas de la Península de Yucatán	MUNICIPIO-DGDUyES, DOP CAPAE SEMABICCE CONAGUA	La acción va encaminada al que hacer estatal. Además, el **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctrica que utilizará una cantidad mínima de agua, se colocará sanitarios portátiles, uno por cada 20 personas proporcionados mediante proveedor autorizado.
	1.4 Promover infraestructura de drenaje pluvial para la reducción de riesgos de inundación por fenómenos hidrometereológicos que afecten la seguridad y el patrimonio de la población	MUNICIPIO-DGDUyES, DOP, DIySC, DPC SMAPAC CAPAE-Organismos operadores SEPROCI SEDUMOP CONAGUA	La acción va encaminada al quehacer estatal, para la reducción de riesgos de inundación por fenómenos hidrometereológicos que afecten la seguridad y el patrimonio de la población. Sin embargo, el **Proyecto** no representa ninguno de los riesgos descritos, ya que son dos líneas de transmisión de energía eléctrica que utilizará una cantidad mínima de agua, se colocará sanitarios portátiles, uno por cada 20 personas proporcionados mediante proveedor autorizado.
	1.5 Desarrollar el conocimiento y la corresponsabilidad hídrica de los sectores sociales y productivos fortaleciendo la cultura del agua para el bienestar público y el desarrollo sustentable.	MUNICIPIO-DGDUyES, DOP CAPAE-Organismos operadores SEMABICCE CONAGUA	La acción va encaminada al quehacer estatal. Además de que el **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica que utilizará una cantidad mínima de agua, se colocará sanitarios portátiles, uno por cada 20 personas proporcionados mediante proveedor autorizado, que respeta la cultura del agua para el bienestar público, aunado al hecho que dicho **Proyecto** es considerado de desarrollo sustentable.
	1.6 Planear a corto, mediano y largo plazo el desarrollo del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Campeche y realizar estudios para su mantenimiento y conservación.	MUNICIPIO-DGDUyES, DOP SMAPAC CAPAE-Organismos operadores CONAGUA	La acción va encaminada al quehacer estatal. Además de que el **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica que utilizará una cantidad mínima de agua, se colocará sanitarios portátiles, uno por cada 20 personas proporcionados mediante proveedor autorizado, que respeta la cultura del agua para el bienestar público, aunado al hecho que dicho **Proyecto** es considerado de desarrollo sustentable. En caso de requerir descargas de agua, se solicitará el permiso correspondiente al ayuntamiento de Campeche.
	1.7 Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado en las comunidades urbanas y rurales y garantizar un servicio continuo.	MUNICIPIO-DGDUyES, DOP SMAPAC CAPAE-Organismos operadores CONAGUA	
	1.8 Implementar las medidas necesarias	MUNICIPIO-DGDUyES, DOP	La acción va encaminada al que hacer estatal. Además de que el **Proyecto** son dos líneas de transmisión de

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	para evitar que los residuos sólidos y sustancias tóxicas contaminen las aguas superficiales o el subsuelo.	SMAPAC CAPAE-Organismos operadores SADER SEMABICCE SEMARNAT PRORESOL	energía eléctrica que utilizará una cantidad mínima de agua, se colocará sanitarios portátiles, uno por cada 20 personas proporcionados mediante proveedor autorizado, que respeta la cultura del agua para el bienestar público, aunado al hecho que dicho **Proyecto** es considerado de desarrollo sustentable. En caso de requerir descargas de agua, se solicitará el permiso correspondiente al ayuntamiento de Campeche, sin que se viertan sustancias tóxicas que contaminen las aguas. Además, se implementará en
	1.9 Realizar estudios geohidrológicos sobre los reservorios de agua y su balance hídrico.	MUNICIPIO-DGDUyES, DOP CAPAE-Organismos operadores SEMABICCE CONAGUA.	La acción va encaminada al que hacer estatal. Además de que el **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica.
	1.12 Implementación plena y efectiva de los derechos de acceso a la información hídrica.	MUNICIPIO-DGDUyES, DOP CAPAE-Organismos operadores SEMABICCE CONAGUA	La acción va encaminada al que hacer estatal. Además de que el **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica.
	1.13 Fortalecer las capacidades locales de abasto y suministro de agua mediante sistemas de captación de agua pluvial en las zonas urbanas y turísticas.	MUNICIPIO-DGDUyES, DOP SMAPAC CAPAE-Organismos operadores SEMABICCE	La acción va encaminada al que hacer estatal. Además de que el **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica, utilizará una cantidad mínima de agua, se colocará sanitarios portátiles, uno por cada 20 personas proporcionados mediante proveedor autorizado.
	1.14 Promover la Educación Ambiental para la prevención y control de la contaminación del agua de acuerdo con lo establecido en la Ley de Educación Ambiental.	MUNICIPIO-DGDUyES, DOP CAPAE-Organismos operadores SEMABICCE CONAGUA	La acción va encaminada al que hacer estatal. Además de que el **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica, utilizará una cantidad mínima de agua.
Estrategia 2. Restauración y Conservación de Suelos	2.1 Elaborar y gestionar de forma participativa, planes de manejo, conservación y control de erosión del suelo a corto, mediano y largo plazo, adaptados a las condiciones locales y contextuales.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SDA SADER SEMABICCE INIFAP	La acción va encaminada al que hacer estatal. Además de que el **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica, para mitigar los efectos e impactos ambientales del parque solar se implementará: **1. Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
			de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 2. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. **3. Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**
	2.2 Incentivar y promover la incorporación de fertilizantes preparados a partir de residuos vegetales y materia orgánica (composta, bocachi, bioles, etc.).	MUNICIPIO-DGDUCyMA SDA SADER SEMABICCE INIFAP	La acción va encaminada al que hacer estatal. Además de que el **Proyecto** son dos líneas de transmisión, por lo que no utilizará, promoverá o incorporará fertilizantes de ningún tipo.
	2.3 Establecer programas de reforestación como soporte a los planes de Manejo.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE CONAFOR	La acción va encaminada al que hacer estatal. Además de que el **Proyecto** propone: **1. Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana
	2.4 Identificar áreas a nivel local, prioritarias para la instauración de conservación y control de erosión del suelo (p. ej. áreas de recarga de acuíferos, cuencas, áreas con fuerte	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE CONAFOR INIFAP	

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	erosión, recuperación de suelos agrícolas y/o forestales, etc.).		subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 2. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 3. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.** **4. Programa de Educación Ambiental:** Durante la totalidad de las actividades del **Proyecto,** se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de las medidas tanto de control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo. El Programa está enfocado en realizar una inducción inicial a todo el personal que esté relacionado con las actividades del Proyecto, así como el programar capacitación periódica con los temas de las acciones a implementar y la impartición de charlas diarias para la concientización del personal con temas relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente.
	2.5 Promover prácticas de conservación y control de erosión del suelo (cercos, barreras vivas y muertas, reforestación, etc.).	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE CONAFOR INIFAP	
Estrategia 3. Restauración de la Cobertura Vegetal	3.2 Aumentar la reforestación para conservar y generar más espacios verdes en beneficio de la población.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE CONAFOR	
	3.6 Restaurar y rehabilitar tierras y ecosistemas degradados y con importancia socioambiental para revertir el avance de la frontera agrícola.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE CONAFOR SADER	La acción va encaminada al quehacer estatal. El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctrica se desarrollarás en predios rústicos sin aumentar o extender su avance, sumado a que se proponen: **1. Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
			demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 2. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. **3. Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**
Estrategia 5. Manejo Forestal Sustentable	5.3 Impulsar la producción de plantas de interés forestal, agroforestal, forrajero, melífero, dendroenergético y otras especies para la implementación de proyectos de restauración forestal, sistemas agroforestales y manejo forestal comunitario.	MUNICIPIO-DDEyT, DGDUCyMA SDA SEMABICCE CONAFOR	La acción va encaminada al quehacer estatal. El **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica que contribuirán a la mitigación de gases de efecto invernadero, en ese sentido, si bien no tiene como finalidad Impulsar la producción de plantas de interés forestal, agroforestal, forrajero, melífero, dendroenergético y otras especies para la implementación de proyectos de restauración forestal, sistemas agroforestales y manejo forestal comunitario, **sí se considera de desarrollo sustentable con el medio ambiente.**
	5.4 Fortalecer las capacidades técnicas de gestión forestal en ejidos y comunidades.	MUNICIPIO-Obras Públicas, Planeación SEMABICCE SEDUMMUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE CONAFOR OP	La acción va encaminada al que hacer estatal. El **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica que contribuirán a la mitigación de gases de efecto invernadero, mediante la generación de energía eléctrica, a través de la radiación del sol, mismo que no cambiará el uso de suelo de terrenos forestales y que no interferirá con el fortalecimiento de las capacidades técnicas de gestión forestal en ejidos y comunidades.

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		SEMARNAT-ZOFEMATAC SCT	
	5.5. Desarrollar un programa de capacitación para ejidos y comunidades hacia el mercado voluntario de bonos de carbono en ecosistemas de selvas y manglares.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE CONAFOR.	La acción va encaminada al que hacer estatal, pues es quien tiene la obligación de desarrollar un programa de capacitación para ejidos y comunidades hacia el mercado voluntario de bonos de carbono en ecosistemas de selvas y manglares. El **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica limpia que contribuirá a la mitigación de gases de efecto invernadero.
	5.6. Diagnosticar, inventariar, calendarizar y monitorear la incidencia de las plagas más importantes a nivel local y en la región.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE CONAFOR.	La acción va encaminada al que hacer estatal, pues es quien tiene la obligación de diagnosticar, inventariar, calendarizar y monitorear la incidencia de las plagas más importantes a nivel local y en la región, así como elaborar, a nivel local Sistemas de Manejo Integral de Plagas progresivo a Planes de Manejo Ecológico de Plagas enfatizados en la prevención. El **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica que contribuirá a la mitigación de gases de efecto invernadero, pues conectará un parque solar.
	5.7 Elaborar a nivel local Sistemas de Manejo Integral de Plagas progresivo a Planes de Manejo Ecológico de Plagas enfatizados en la prevención.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE CONAFOR	
Estrategia 8. Sistemas De Monitoreo, Inspección Y Vigilancia	8.5 Fomentar y promover la participación social local (p. ej. Consejo Ecológico de participación ciudadana, asociaciones civiles, etc.) para vigilar el cumplimiento de la normatividad en materia de conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE	La acción va encaminada al que hacer estatal, y aunque el **Proyecto** no tiene, directamente, por objeto promover la participación social local (p. ej. Consejo Ecológico de participación ciudadana, asociaciones civiles, etc.) para vigilar el cumplimiento de la normatividad en materia de conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos. Lo cierto, es que se empleará a personas del lugar para el desarrollo de las líneas de transmisión eléctricas y con ello, se incluirá su participación en el desarrollo del **Proyecto** que es sustentable.
Estrategia 9. Manejo Y Gestión De Residuos Sólidos Líneas De Acción Responsable, En	9.1 Promover la creación de alianzas entre el sector público y privado para consolidar el correcto manejo, gestión y aprovechamiento integral de residuos.	MUNICIPIO-DGDUCyMA, DIySC SEMABICCE SEDECO	El **Proyecto** hará una gestión integral de residuos, con base en la **LGPGIR,** el **RLGPGIR,** su **Programa de Manejo Integral de Residuos** y demás normatividad aplicable, apegándose a las alianzas entre el sector público y privado, así como intermunicipales que lleven a cabo las autoridades responsables.
	9.2 Promover la creación de alianzas intermunicipales para el manejo de residuos de	MUNICIPIO-DGDUCyMA, DIySC SEMABICCE.	

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	manera que se optimizan los recursos económicos y humanos.		
	9.3 Gestionar la implementación de infraestructura, logística y tecnología para el acopio, transporte y reciclamiento de residuos sólidos	MUNICIPIO-DGDUCyMA, DIySC, Educación SEMABICCE SEDUMOP	Esta acción va dirigida al que hacer estatal, por lo que el **Proyecto** gestionará los residuos con base en la **LGPGIR,** el **RLGPGIR,** su **Programa de Manejo Integral de Residuos** en la infraestructura, logística y tecnología para el acopio, transporte y reciclamiento de residuos sólidos que indiquen las autoridades responsables.
	9.5 Promover la utilización de los desechos orgánicos derivados de las actividades en asentamientos humanos, agrícolas, pecuarios y forestales para la restauración de suelos y fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización.	MUNICIPIO-DGDUCyMA, DIySC SEMABICCE SDA	Esta acción va dirigida al que hacer estatal, ya que la promoción de la utilización de los desechos orgánicos derivados de las actividades en asentamientos humanos, agrícolas, pecuarios y forestales para la restauración de suelos y fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización es **una acción que corresponde a las autoridades** y que no se relaciona con el **Proyecto.**
	9.8 Programa de reciclamiento de residuos sólidos. Por medio de campañas de difusión se concientizará a la población para el manejo y separación de los desechos sólidos. Instrumentos fiscales, económicos y financieros.	MUNICIPIO-DGDUCyMA, Educación SEMABICCE SEDECO).	Esta acción va dirigida al que hacer estatal, por lo que el **Proyecto** gestionará los residuos con base en la **LGPGIR,** el **RLGPGIR,** su **Programa de Manejo Integral de Residuos,** los separará y entregará a proveedor autorizado para tratar los residuos y cumplir con la cadena de trazabilidad de gestión integral del residuo.
Estrategia 10. Gestión y Prevención de Riesgos	10.1 Aplicar estrategias de vinculación académica y con centros de investigación a nivel local, nacional e internacional para mejorar el conocimiento del riesgo.	MUNICIPIO-DGDUCyMA, DPC SEMABICCE SEPROCI. Coordinador	La ampliación de estrategias de vinculación académica y con centros de investigación a nivel local, nacional e internacional para mejorar el conocimiento del riesgo; el fortalecimiento del análisis y la emisión de productos de la vigilancia de fenómenos perturbadores, así como de Sistemas de Alertamiento; el reforzamiento la capacitación y profesionalización de los cuerpos de respuesta ante emergencias y desastres, especialmente de los Cuerpos de Bomberos; la elaboración y operación de los Programas enfocados a la integración comunitaria y ciudadana para la preparación y respuesta inicial ante situaciones de emergencias o desastres; la realización de acciones de difusión ante situaciones de emergencia dirigidas a la población, especialmente enfocada a los sectores
	10.4 Fortalecer el análisis y la emisión de productos de la vigilancia de fenómenos perturbadores, así como	MUNICIPIO-DPC SEMABICCE SEPROCI. Coordinador.	

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	de Sistemas de Alertamiento.		vulnerables de la sociedad; la aplicación de manera práctica y ágil los instrumentos financieros estatales definidos para situaciones de emergencias y desastres son obligaciones del que hacer estatal. No obstante, este **Proyecto,** contribuye a la disminución de riesgos provocados por fenómenos hidrometeorológicos extremos, derivados del cambio climático, ya que pertenece a las acciones de la transición energética y las acciones de mitigación en contra del calentamiento global.
	10.5 Reforzar la capacitación y profesionalización de los cuerpos de respuesta ante emergencias y desastres, especialmente de los Cuerpos de Bomberos	MUNICIPIO-DPC SEMABICCE SEPROCI. Coordinador	
	10.6 Elaborar y operar los Programas enfocados a la integración comunitaria y ciudadana para la preparación y respuesta inicial ante situaciones de emergencias o desastres.	MUNICIPIO-DPC SEMABICCE SEDUMOP SEPROCI. Coordinador	
	10.7 Realizar acciones de difusión ante situaciones de emergencia dirigidas a la población, especialmente enfocada a los sectores vulnerables de la sociedad	MUNICIPIO-DPC SEMABICCE SEDUMOP SEPROCI. Coordinador	
	10.8 Aplicar de manera práctica y ágil los instrumentos financieros estatales definidos para situaciones de emergencias y desastres.	MUNICIPIO-DPC SEMABICCE SEPROCI. Coordinador	
	10.9 Generar alianzas intersectoriales para implementar sistemas urbanos sustentables, con impactos ambientales mínimos y mitigables.	MUNICIPIO-DPC SEMABICCE SEDUMOP SEPROCI. Coordinador	Esta acción va dirigida al que hacer de la actividad estatal, sin embargo, este **Proyecto** cumple con dicho criterio, pues se somete a evaluación este **DTU-BR,** a fin de minimizar los impactos ambientales y que son mitigables. Sumado al hecho que se trata d dos líneas de transmisión aisladas, mismas que transmitirán energía eléctrica limpia.
	10.10 Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	MUNICIPIO-DPC SEMABICCE SEDUMOP SEPROCI. Coordinador.	Esta acción va dirigida al que hacer estatal y, aunque hay acciones y políticas encaminadas para reubicar a personas a zonas fuera de riesgo, albergues temporales, y estudios hidrológicos para prevenir

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	10.12 Establecer albergues temporales para las personas evacuadas en temporadas de ciclones, así como la realización de campañas de concientización sobre los riesgos de las inundaciones y las medidas preventivas necesarias.	MUNICIPIO-DPC SEMABICCE, SEDUMOP SEPROCI. Coordinador CONAGUA	inundaciones, esto se relaciona con la política nacional de adaptación al cambio climático, que no ha sido adoptada a la fecha por las autoridades federales correspondientes. **No obstante, este Proyecto, contribuye a la disminución de riesgos provocados por fenómenos hidrometeorológicos extremos, derivados del cambio climático, ya que pertenece a las acciones de la transición energética y las acciones de mitigación en contra del calentamiento global.** Además, tal y como se acredita del oficio No. BOO.904.04-110 de 19 de diciembre de 2025, mediante el cual la **CONAGUA afirma que el Proyecto no incide en ninguna corriente o cuerpo de agua propiedad nacional** (**Anexo_III_3.4_Oficio CONAGUA 2025**).
	10.13 Realizar estudios de flujos hidrológicos y viabilidad de obras hidráulicas para prevenir inundaciones en zonas urbanas o rurales.	MUNICIPIO- DOP SEPROCI CONAGUA CAPAE	
Estrategia 11. Adaptación y Mitigación del Cambio Climático	11.1 **Desarrollar y promover una política pública que permita mitigar los impactos del cambio climático mediante el control de emisiones de gases de efecto** invernadero, la adopción de estrategias de adaptación basadas en ecosistemas y con la participación de las comunidades.	UNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE SEMARNAT SEPROCI - Coordinador	Si bien esta acción se encuentra dirigida al que hacer estatal, el **Proyecto** es compatible con ella, toda vez que **se trata de dos líneas de transmisión aisladas que conectarán con un parque solar que genera electricidad mediante la radiación del sol, lo cual lo hace un proyecto correspondiente a la transición energética, ya que produce energía limpia, sin emitir GEI.**
	11.2 Impulsar la acción gubernamental, intersectorial y regional para contribuir a mejorar, en co-gobernanza, las acciones en materia de mitigación y adaptación del cambio climático.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE SEMARNAT	Como señala este criterio, las autoridades tienen la obligación de promover en la **UGA-A2 del Proyecto de impulsar las acciones de mitigación en materia de cambio climático y las líneas de transmisión que se someten a evaluación a través de este DTU-BR, es considerado una acción de mitigación en contra del cambio climático, tal y como lo establece esa H. Secretaría.**[29]
	11.3 Implementar la estrategia de reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD+).	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE SEMARNAT CONAFOR	Esta acción se encuentra dirigida al que hacer estatal y aunque el **Proyecto** no cambiará el uso de suelo en terrenos forestales para llevar a cabo las líneas de transmisión. Sumado al hecho que el **Proyecto** se somete a evaluación de impacto ambiental generará

SEMARNAT,[29]Actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40, pp. 52, 57, 59, 63 https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/2025/ENCC_2025_SEMARNAT.pdf

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
			energía limpia y por lo tanto reducirá las emisiones de **GEI.** **Además, se proponen las siguientes medidas:** **1. Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 2. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 3. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.**
Estrategia 12. Educación, Cultura y Responsabilidad Ambienta	12.3 Impulsar la conservación, uso, conocimiento y responsabilidad de la biodiversidad en coordinación con instituciones de educación formal para el fomento de la cultura ambiental	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE SEDUC	La acción se encuentra dirigida a las autoridades administrativas municipales y estatales. No obstante, el **Proyecto** son dos líneas de transmisión de energía eléctrica, conectadas a un parque solar y además implementará**:** 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
			tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 3. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 4. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.** **5. Programa de Educación Ambiental:** Durante la totalidad de las actividades del **Proyecto,** se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de las medidas tanto de

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
			control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo. El Programa está enfocado en realizar una inducción inicial a todo el personal que esté relacionado con las actividades del Proyecto, así como el programar capacitación periódica con los temas de las acciones a implementar y la impartición de charlas diarias para la concientización del personal con temas relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente.
	12.4 Impulsar el desarrollo de la cultura y educación ambiental a través de pláticas, recorridos y talleres sobre huertos urbanos, compostaje y reciclaje.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE	La acción se encuentra dirigida a las autoridades administrativas municipales y estatales, el **Proyecto** o se relaciona con la realización de huertos urbanos, compostaje o reciclaje.
	12.5 Coadyuvar en acciones de concientización para minimizar, separar y valorizar los residuos sólidos.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE SEDUMOP	La acción se encuentra dirigida a las autoridades administrativas municipales. Sin embargo, el **Proyecto** implementará el **Programa de manejo integral de residuos** y el **Programa de manejo de los residuos generados en el mantenimiento de los paneles solares.**
Estrategia 13. Fomento De Energías Sustentables	**13.4 Promover la realización de espacios que fomenten la cultura energética y la generación de energías renovables y en los que se difunda a la sociedad sobre el beneficio e impacto positivo que se obtiene al utilizarlas**	SEMABICCE - AEEC SEMARNAT- ASEA	La acción está dirigida a las autoridades estatales y municipales. No obstante, de ella se observa que el **Proyecto es compatible, ya que las autoridades deben promover la generación de energías renovables y difundirlo a la sociedad, así como los impactos positivos de utilizarlas.**
	13.14 Impulsar las energías limpias mediante la implementación de sistemas de fotovoltaicos auxiliares para los nuevos desarrollos habitacionales en el centro de población y Programa piloto de uso de enotecnias calentadores y estufas solares, en las localidades rurales	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE - AEEC SEMARNAT - ASEA SEDECO	La acción está dirigida a las autoridades estatales y municipales. No obstante, de ella se observa que los paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica se encuentran permitidas en el área del **Proyecto** y por lo tanto es compatible con dicha acción.
	13.16 **Facilitar la generación y gestión**	MUNICIPIO-DGDUCyMA	El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctrica que **conectará a un parque solar que generará**

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	de energía distribuida y autónoma a través de fuentes renovables.	SEMABICCE - AEEC SEMARNAT - ASEA	**energía limpia,** para facilitar el consumo de las personas que viven en la zona y de otras personas que habitan en México.
	13.17 Realizar simulacros, talleres y cursos relacionados con el cuidado, la mitigación y la prevención de daños causados por la industria energética.	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE - AEEC SEMARNAT - ASEA	Aunque esta acción se encuentra relacionada y encaminada hacia las autoridades estatales y municipales, es necesario mencionar que el **Proyecto** es compatible, **pues la transmisión de energía eléctrica, no conlleva a ningún riesgo, como la energía a través de la quema de carbón, petróleo, gas, entre otras que amenazan a las personas y comunidades que viven a su alrededor y hoy en día, mediante el calentamiento de todo el planeta. Prueba de ello, es que el Proyecto se DTU-BR sin estudio de riesgo ambiental, tal y como lo ordena esa H. Secretaría.**
	13.20 **Incorporar alternativas de energía sustentable en el servicio de alumbrado público (p. ej. lámparas de bajo consumo de energía**)	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE - AEEC SEMARNAT - ASEA	El **Proyecto es compatible de manera indirecta con esta línea de acción, ya que transmitirá energía sustentable para abastecer a la población, industrias y el alumbrado público.**
	13.19 **Desarrollar proyectos de infraestructura, que permitan la modernización de los sistemas de redes eléctricas y alumbrado público.**	MUNICIPIO-DGDUCyMA SEMABICCE - AEEC SEMARNAT - ASEA	El **Proyecto permitirá el desarrollo de infraestructura que permitirá la modernización de los sistemas de redes eléctricas, son dos líneas de transmisión eléctrica limpias. Por lo tanto, es compatible con la línea de acción en cuestión**.
Estrategia 14. Planeación Ambiental De Los Asentamientos Humanos	14.2 Impulsar una agenda colaborativa de desarrollo productivo sustentable, estableciendo criterios ambientales en cadenas y redes de valor de producción baja en carbono, e instrumentos económicos en beneficio de las y los poseedores.	MUNICIPIO-DPyPIPP, DGDUCyMA SEMABICCE SEDUMOP SEGOB SEDECO SDA	El **Proyecto** es compatible con esta acción, pues el parque solar es catalogado como un proyecto de desarrollo sustentable, de **cero de emisiones de CO_2 o gases de efecto invernadero y que beneficia a los pobladores, ya que proporcionará trabajo o incluso mejora económica para los arrendatario de los predios, a quienes se les pagará una contraprestación por permitir el desarrollo del Proyecto.**
	14.3 Implementar un banco de proyectos (acordes con los resolutivos de las Manifestaciones de Impacto Ambiental) para ordenar adecuadamente el territorio y el desarrollo urbano de nuevos asentamientos humanos,	MUNICIPIO-DPyPIPP, DGDUyES, DIySC SEDUMOP Procuraduría Agraria Autoridades locales y ejidales	Si bien, el banco de proyectos es una acción que va dirigida a las autoridades estatales y municipales, lo cierto es que el **Proyecto** es compatible, ya que se somete este **DTU-BR** a evaluación de impacto ambiental y **CUSTF** y las autoridades son quiénes deben guardar el **Proyecto** en el banco correspondiente.

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	considerando los principales nodos y vectores del crecimiento urbano.		
	14.6 Promover la reubicación de los asentamientos humanos irregulares sobre derechos de vía (Tren Maya) que cumplan con lo establecido en estudios técnicos y de factibilidad de uso.	MUNICIPIO-DPyPIPP, DGDUyES, DIySC SEMABICCE SEDUMOP Procuraduría Agraria Autoridades locales y ejidales	El **Proyecto** no tiene la intensión ni se llevará a cabo en ningún asentamiento humano, respetará a las poblaciones y no será necesaria su reubicación, como en el caso del Tren Maya. Es decir, el **Proyecto** es compatible, ya que, si bien, en el área en cuestión se permite la reubicación de asentamientos humanos y no se llevará a cabo, se respetarán los derechos de todas las personas sin causar actos de molestia.
Estrategia 15. Fortalecimiento De La Gestión Ambiental Y Coordinación Institucional	15.1 Fortalecer las capacidades técnicas y operativas de las Instituciones encargadas de la protección ambiental, así como fomentar la participación social y comunitaria en el diseño, implementación y espacios de deliberación de la política ambiental.	MUNICIPIO-DGDUCyMA, DFDSyH SEMABICCE SEDUC	Esta acción se encuentra dirigida a las autoridades estatales y municipales y no se relaciona con el **Proyecto.**
	15.3 Promover la creación y actualización de redes de investigación, innovación, transferencia, difusión y divulgación que faciliten la transición al modelo de economía circular.	MUNICIPIO-DDEyT SEDECO SEMABICCE	Esta acción se encuentra dirigida a las autoridades estatales y municipales y no se relaciona con el **Proyecto.**
	15.4 Promover alianzas con empresas comunitarias y redes de productores locales que permitan consolidar cadenas y redes de valor con una producción libre de deforestación.	MUNICIPIO-DGDUCyMA, DDEyT SEDECO SEMABICCE	Esta acción se encuentra dirigida a las autoridades estatales y municipales, no obstante, el **Proyecto** y aunque plantea el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, esto no quiere decir que haya deforestación, ya que se está sometiendo a **evaluación este DTU-BR y se proponen los siguientes programas para prevenir, compensar y mitigar los efectos:** **1. Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
			manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil. 2. **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has. 3. **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII.** **4. Programa de Educación Ambiental:** Durante la totalidad de las actividades del **Proyecto,** se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de las medidas tanto de control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo. El Programa está enfocado en realizar una inducción inicial a todo el personal que esté relacionado con las actividades del Proyecto, así como el programar capacitación periódica con los temas de las acciones a implementar y la impartición de charlas diarias para la concientización del personal con temas relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente.
Estrategia 16. Fomento y Consolidación de Proyecto Económicos Productivos	16.3 Fomentar la producción artesanal, con enfoque de interculturalidad y responsabilidad ambiental, generando oportunidades para el desarrollo	MUNICIPIO-DGDUyES SEDECO SB	Esta acción se encuentra dirigida a las autoridades estatales y municipales y no se relaciona con el **Proyecto y no tiene que ver con las líneas de transmisión eléctricas.**

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	económico y fortalecimiento del tejido social.		
	16.4 Impulsar el aprovechamiento responsable de productos agropecuarios para su transformación artesanal, con conciencia en la conservación y uso sostenible de ecosistemas.	MUNICIPIO-DGDUyES SEDECO SB SADER	Esta acción se encuentra dirigida a las autoridades estatales y municipales y no se relaciona con el **Proyecto.**
	16.5 Promocionar la oferta artesanal campechana al turismo local, nacional e internacional, mediante ferias, exposiciones, concursos, actividades turístico-culturales, considerando la vinculación con el Tren Maya, así como la operación de diversos puntos de venta de artesanías, incluyendo marketing digital y comercio electrónico.	MUNICIPIO-DGDUyES SEDECO SB	Esta acción se encuentra dirigida a las autoridades estatales y municipales y no se relaciona con el **Proyecto.**
	16.6 Apoyar en el desarrollo y consolidación de cadenas productivas (tradicionales y ecológicas) que incluya fortalecimiento organizacional, tecnología y mercado.	MUNICIPIO-DGDUyES SEDECO SB	Esta acción se encuentra dirigida a las autoridades estatales y municipales y no se relaciona con el **Proyecto.**
Estrategia 17. Desarrollo y Fortalecimiento Agropecuario Sustentable	17.1 Impulsar y fortalecer el desarrollo agroindustrial de las cadenas productivas bajo esquemas de certificación.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA. SEDECO SADER	Esta acción se encuentra dirigida a las autoridades estatales y municipales, pues el **Proyecto** no tiene como fin impulsar y fortalecer el desarrollo agroindustrial de las cadenas productivas bajo esquemas de certificación, ni está relacionado con ello.
	17.2 Implementar el Programa Estatal de Extensionismo para el Desarrollo Agropecuario (120 profesionales en los 13 municipios), mediante asesorías, capacitaciones,	MUNICIPIO-DGDUyES SDA SEDECO SADER	Esta acción se encuentra dirigida a las autoridades estatales y municipales, pues el **Proyecto** no tiene como fin impulsar Implementar el Programa Estatal de Extensionismo para el Desarrollo Agropecuario profesionales, ni está relacionado con ello.

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	transferencia de tecnología, vinculación, comercialización y seguimiento a los productores agropecuarios.		
	17.3 Implementar acciones preventivas en las unidades de producción mediante el uso de controles biológicos para el control de plagas, enfermedades y uso de bioinsumos para la obtención de alimentos más sanos, reducción en agroquímicos peligrosos para la salud de los productores y sus familias.	MUNICIPIO-DGDUyES, DGDUCyMA SDA SEMARNAT SADER SENASICA	Esta acción se encuentra dirigida a las autoridades estatales y municipales, pues el **Proyecto** no tiene como fin implementar acciones preventivas en las unidades de producción mediante el uso de controles biológicos para el control de plagas, enfermedades y uso de bioinsumos para la obtención de alimentos más sanos, reducción en agroquímicos peligrosos para la salud de los productores y sus familias, ni está relacionado con ello.
	17.4 Dotar de maquinaria e implementos agrícolas en comodato, renta o entrega de subsidio para apoyar la preparación de tierras aptas para cultivos prioritarios.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctricas y no adquirir maquinaria e implementos agrícolas en comodato, renta o entrega de subsidio para apoyar la preparación de tierras aptas para cultivos prioritarios.
	17.5 Dotar de infraestructura y equipamiento hidroagrícola a los productores con la finalidad de combatir el déficit hídrico en periodos críticos, mediante riego en unidades productivas.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no adquirir infraestructura y equipamiento hidroagrícola a los productores con la finalidad de combatir el déficit hídrico en periodos críticos, mediante riego en unidades productivas.
	17.6 Vincular al sector productivo agropecuario, principalmente pequeños y medianos productores, con las cadenas de valor, generando oportunidad para desarrollar la economía de los	MUNICIPIO-DGDUyES SDA. SEDECO SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no vincular al sector productivo agropecuario, principalmente pequeños y medianos productores, con las cadenas de valor, generando oportunidad para desarrollar la economía de los productores y generar valor agregado a sus productos.

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	productores y generar valor agregado a sus productos.		
	17.7 Promover y dar seguimiento al Programa de Sanidad e Inocuidad agroalimentaria mediante la operación de campañas, proyectos y programas para el monitoreo y control de plagas y enfermedades fitosanitarias.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA. SEDECO SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no promover y dar seguimiento al Programa de Sanidad e Inocuidad agroalimentaria mediante la operación de campañas, proyectos y programas para el monitoreo y control de plagas y enfermedades fitosanitarias.
	17.8 Incrementar la rentabilidad del campo, con un enfoque de producción y productividad sustentable disminuyendo el gasto en insumo agrícolas y fomentando el establecimiento de cultivos perennes.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA. SEDECO SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no incrementar la rentabilidad del campo, con un enfoque de producción y productividad sustentable disminuyendo el gasto en insumo agrícolas y fomentando el establecimiento de cultivos perennes.
	17.9 Propiciar y gestionar el financiamiento para el desarrollo del subsector agrícola, bajo esquemas de coordinación y mezcla de recursos para potenciar los resultados en la productividad agrícola.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA. SEDECO FIRCO	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no propiciar y gestionar el financiamiento para el desarrollo del subsector agrícola, bajo esquemas de coordinación y mezcla de recursos para potenciar los resultados en la productividad agrícola.
	17.10 Implementar proyectos que fortalezcan la actividad hortícola bajo esquemas que garanticen la sanidad e inocuidad, así como la comercialización de los productos.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA. SEDECO SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no implementar proyectos que fortalezcan la actividad hortícola bajo esquemas que garanticen la sanidad e inocuidad, así como la comercialización de los productos.
	17.11 Dotar de equipos tecnológicos a las comunidades locales para diversificar y mejorar el valor agregado de	MUNICIPIO-DGDUyES SDA. SEDECO SEMABICCE SADER LICONSA	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no dotar de equipos tecnológicos a las comunidades locales para diversificar y mejorar el valor agregado de subproductos para incrementar la producción de carne

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	subproductos para incrementar la producción de carne y leche con enfoque agroambiental y cero deforestación.	17.12 Fomentar las buenas prácticas para mejorar la genética e incrementar la producción y productividad del hato. MUNICIPIO-	y leche con enfoque agroambiental y cero deforestación.
	17.12 Fomentar las buenas prácticas para mejorar la genética e incrementar la producción y productividad del hato.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA. SEMABICCE	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca dos líneas de transmisión eléctrica y no fomentar las buenas prácticas para mejorar la genética e incrementar la producción y productividad del hato.
	17.13 Mejoramiento e intensificación de la producción para autoconsumo y venta local y foránea con la introducción de semilla mejorada.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no el mejoramiento e intensificación de la producción para autoconsumo y venta local y foránea con la introducción de semilla mejorada.
	17.14 Impulso para el establecimiento de las instalaciones adecuadas; bodegas, tiendas, etc. Instrumentos de apoyo para la adquisición de equipo de venta y reparto.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA SEDECO	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no el impulso para el establecimiento de las instalaciones adecuadas; bodegas, tiendas, etc. Instrumentos de apoyo para la adquisición de equipo de venta y reparto.
	17.15 Realizar campañas de concientización sobre los beneficios de la ganadería regenerativa (incluyendo la avicultura, ovinocultura, entre otros) consolidando la biodiversidad de los pastizales; aboliendo el uso de pesticidas, herbicidas, fungicidas y desparasitantes que afecten las dinámicas naturales; implementando tiempos cortos de pastoreo y descanso que favorezcan la cobertura, permitan la regeneración y	MUNICIPIO-DGDUyES SDA SADER.	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no realizar campañas de concientización sobre los beneficios de la ganadería regenerativa (incluyendo la avicultura, ovinocultura, entre otros) consolidando la biodiversidad de los pastizales; aboliendo el uso de pesticidas, herbicidas, fungicidas y desparasitantes que afecten las dinámicas naturales; implementando tiempos cortos de pastoreo y descanso que favorezcan la cobertura, permitan la regeneración y aprovechamiento eficiente de los alimentos para el ganado y aves.

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	aprovechamiento eficiente de los alimentos para el ganado y aves.		
Estrategia 18. Desarrollo y Fomento de la Actividad Apícola	18.1 Fortalecimiento de centros de acopio y equipamiento apícola en las regiones norte, centro-sur del estado, para mejorar y eficientar la producción y los procesos de inocuidad en la cosecha, acopio y manufactura de miel.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA. SEDECO SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no el fortalecimiento de centros de acopio y equipamiento apícola en las regiones norte, centro-sur del estado, para mejorar y eficientar la producción y los procesos de inocuidad en la cosecha, acopio y manufactura de miel.
	18.2 Implementar acciones de capacitación apícola especializada y esquemas de gestión, promoción, control y seguimiento; dando énfasis en los grupos vulnerables del subsector apícola.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no implementar acciones de capacitación apícola especializada y esquemas de gestión, promoción, control y seguimiento; dando énfasis en los grupos vulnerables del subsector apícola.
	18.3 Realizar proyectos de impulso a valor agregado de la miel (jabones, cremas, velas, hidromiel) y los subproductos de la colmena (cosecha de polen, jalea real, propóleo, apitoxina.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA SEDECO SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no realizar proyectos de impulso a valor agregado de la miel (jabones, cremas, velas, hidromiel) y los subproductos de la colmena (cosecha de polen, jalea real, propóleo, apitoxina.
	18.4 Propiciar la disminución del uso de agroquímicos contaminantes en los tratamientos aplicados a las colmenas, utilizando productos de origen orgánico, para una apicultura más tecnificada**,** sustentable y amigable con el ambiente.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA SEMABICCE SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no utilizará agroquímicos contaminantes ni tratará colmenas, ya que él se busca la generación de energía eléctrica limpia.
	18.5 Apoyar acciones para el impulso del sistema producto y de las agrupaciones apícolas para desarrollar la diversificación de	MUNICIPIO-DGDUyES SDA SEDECO SADER	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no un sistema producto y de las agrupaciones apícolas para desarrollar la diversificación de subproductos de la colmena.

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	subproductos de la colmena.		
	18.6 Contribuir al incremento de la productividad apícola, promoviendo proyectos de mejoramiento genético, a través de la creación del centro de reproducción de cría de abejas reinas y mejores prácticas de obtención de la miel.	MUNICIPIO-DGDUyES SDA SADER.	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no la creación del centro de reproducción de cría de abejas reinas y mejores prácticas de obtención de la miel.
Estrategia 20. Promoción y Desarrollo Turístico Sustentable	20.1 Impulsar proyectos de turismo integral sustentable local y regional, para la creación de nuevas rutas o circuitos turísticos que integren recursos de naturaleza, cultura viva y del sector social comunitario.	MUNICIPIO-DDEyT SECTUR SECTUR-FONATUR SEDECO	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no es turístico, ni tiene como objetivo la creación de nuevas rutas o circuitos turísticos que integren recursos de naturaleza, cultura viva y del sector social comunitario.
	20.2 Fomentar la planeación de nuevos productos, atractivos y servicios turísticos relacionados con el desarrollo de las localidades cercanas a las estaciones (San Francisco de Campeche y Edzná) y en general al trazo del Tren Maya.	MUNICIPIO-DDEyT SECTUR SECTUR-FONATUR SEDECO	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no es turístico, ni tiene como objetivo fomentar la planeación de nuevos productos, atractivos y servicios turísticos relacionados con el desarrollo de las localidades cercanas a las estaciones (San Francisco de Campeche y Edzná) y en general al trazo del Tren Maya.
	20.3 Instrumentar programas, proyectos e inversiones de turismo sostenible que contribuyan al desarrollo de comunidades y pueblos indígenas.	MUNICIPIO-DDEyT SECTUR SEMABICCE SEDECO INPI	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no es turístico, ni tiene como objetivo instrumentar programas, proyectos e inversiones de turismo sostenible que contribuyan al desarrollo de comunidades y pueblos indígenas.
	20.4 Fortalecer la vocación turística aprovechando la oferta cultural, histórica y natural del municipio.	MUNICIPIO-DDEyT SECTUR SEMABICCE.	Aunque el **Proyecto** si ayudará al desarrollo social, ya que generará fuentes de empleo.
	20.5 Creación de una red de transporte de alta calidad que logre integrarse al	MUNICIPIO-DDEyT SECTUR SEDUMOP INAH	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no un proyecto turístico, ni tiene como objetivo la creación de una red de transporte de alta calidad que logre integrarse al

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	mercado competitivo en las zonas arqueológicas que conforman la ruta maya, generando el fortalecimiento necesario para el repunte de las actividades turísticas. A nivel local continuar los recorridos y visitas guiadas a los recintos amurallados de la ciudad, los fuertes, baterías, paseos en el tranvía de la ciudad, museos y el centro histórico en sí, con el objeto de explotar al máximo los atractivos culturales con que cuenta.		mercado competitivo en las zonas arqueológicas que conforman la ruta maya, generando el fortalecimiento necesario para el repunte de las actividades turísticas; ni continuar los recorridos y visitas guiadas a los recintos amurallados de la ciudad, los fuertes, baterías, paseos en el tranvía de la ciudad, museos y el centro histórico en sí, con el objeto de explotar al máximo los atractivos culturales con que cuenta.
	20.6 Promover y gestionar capacitación con instituciones académicas y públicas para atender la demanda de servicios turísticos al que se enfrentará la población del municipio ante los escenarios de crecimiento del turismo por la operación del Tren Maya	MUNICIPIO-DDEyT SECTUR SEDUMOP	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no es turístico, ni tiene como objetivo promover y gestionar capacitación con instituciones académicas y públicas para atender la demanda de servicios turísticos al que se enfrentará la población del municipio ante los escenarios de crecimiento del turismo por la operación del Tren Maya.
Estrategia 21. Diversificación De La Producción Y Fortalecimiento De La Actividad Comercial	21.4 Apoyar la consolidación de agrupamientos de actividades locales competitivas, reconociendo a las pequeñas y medianas empresas como soporte del desarrollo regional.	MUNICIPIO-DGDUyES SEDECO	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no tiene como objetivo el desarrollo de pequeñas y medianas empresas.
Estrategia 22. Infraestructura Y Transporte Vial Para Una Movilidad Integral y Sustentable	22.1 Promover el diseño y construcción de entornos inclusivos y seguros alrededor de las estaciones y paraderos del Tren Maya que consideren	MUNICIPIO-DOP, DGDUyES SEDUMOP SCT SECTUR-FONATUR	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no tiene como objetivo promover el diseño y construcción de entornos inclusivos y seguros alrededor de las estaciones y paraderos del Tren Maya.

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	definiciones para el comercio formal y el fomento de usos de suelo mixtos		
	22.2 Planificar y diseñar rutas alimentadoras para los sistemas de transporte masivo en la entidad, considerando especialmente paraderos y estaciones del Tren Maya en el Estado, así como aquellas grandes obras y proyectos de infraestructura, capaces de detonar el surgimiento de nuevas centralidades y corredores urbanos.	MUNICIPIO-DOP SEDUMOP SCT SECTUR-FONATUR	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca dos líneas de transmisión eléctrica y no tiene como objetivo planificar y diseñar rutas alimentadoras para los sistemas de transporte masivo en la entidad, considerando especialmente paraderos y estaciones del Tren Maya en el Estado. No obstante, el **Proyecto** si es una obra capaz de detonar el surgimiento de nuevas centralidades y corredores urbanos, a través del desarrollo sustentable, en el que se generará energía eléctrica limpia, sin comprometer recursos naturales de las generaciones más jóvenes y futuras, al mismo tiempo que, de forma indirecta, se crearán empleos. Por lo que se alcanza un punto de equilibrio.
	22.3 Elevar el nivel técnico para la elaboración de proyectos y del laboratorio para mejorar el control de calidad de las obras y de los bancos de materiales.	MUNICIPIO-DOP SEDUMOP	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no tiene como objetivo elevar el nivel técnico para la elaboración de proyectos y del laboratorio para mejorar el control de calidad de las obras y de los bancos de materiales.
	22.4 Promover que en el diseño, construcción y operación de carreteras y caminos se evite construir en corredores biológicos, cruzar ANPs, así como atravesar áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos. Promover el mejoramiento de los tramos Corredor Chiná –Bonfil-Kikab-San Luciano, Corredor Castamay-Crucero Oxá. Complemento de corredor Cayal-Edzná (Ingenio La Joya), Corredor Lerma – Seybaplaya, Autopista	MUNICIPIO-DOP, DGDUyES SEDUMOP SECTUR-FONATUR SEMABICCE SEMARNAT	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no tiene como objetivo de promover el diseño y construcción de carreteras y caminos, mucho menos construir lo anterior en corredores biológicos, cruzar áreas naturales protegidas, o áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos.

ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLE, EN COORDINACIÓN O COADYUVANTE	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	180 – Periférico (entrada del Tren Maya), esenciales para el flujo del turismo.		
	22.5 Promover acciones y metas concretas para mejorar la movilidad urbana.	MUNICIPIO-DOP, DGDUyES SEDUMOP	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no tiene como objetivo la movilidad urbana.
	22.6 Ampliar y mejorar los caminos cosecheros de las comunidades pertenecientes al municipio.	MUNICIPIO-DOP SDA	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no tiene como objetivo ampliar los caminos cosecheros.
	22.7 Rediseñar cruces conflictivos incluyendo aquellos que intersequen con las vías del Tren Maya pavimentación, accesibilidad universal, reductores de velocidad, señalamientos). Dentro de la ciudad considerar: trazo del tren y elevado y trazo del tren a nivel (será confinado).	MUNICIPIO-DOP SEDUMOP SECTUR-FONATUR	La acción está dirigida al que hacer estatal y no se relaciona con el **Proyecto,** pues se busca realizar dos líneas de transmisión eléctrica y no tiene como objetivo rediseñar cruces conflictivos.

Conclusión

El **Proyecto** es compatible, ya que no se prohíbe expresamente la remoción de cobertura arbórea para la industria eléctrica o para parques solares. Por el contrario, diversos criterios ecológicos y acciones permiten y promueven la implementación la infraestructura para la transmisión y generación de energía limpia o renovable, por lo que este **DTU-BR** se somete a evaluación de impacto ambiental ante esa H. Autoridad para que pueda llevarse a cabo una remoción de vegetación en el polígono del **Proyecto** en terrenos que son ocupados para actividades agropecuarias, principalmente para la ganadería. Por lo tanto, los criterios de este Programa permiten la remoción de vegetación, mientras se someta a evaluación de impacto ambiental y se lleven a cabo medidas de mitigación y compensación adecuadas, además de garantizar los servicios ambientales

Para garantizar los servicios ambientales y ecosistémicos del área se implementará un **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que

sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil; un **Programa de Restauración y Reforestación:** Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has; un **Programa de revegetación.** En las áreas donde sea factible con especies nativas del área del Proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto. Lo anterior, se describe con mayor detalle en el capítulo VII; así como Programa de Educación Ambiental:** Durante la totalidad de las actividades del **Proyecto,** se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de las medidas tanto de control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo.

En síntesis, se proponen medidas de compensación y mitigación, además, como se expone en el punto correspondiente de este capítulo VII, el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano Campeche vigente, así como como el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Escárcega vigente, Campeche permiten expresamente el desarrollo de infraestructura de energías renovables en la UGA A-20, mientras se obtenga la manifestación de impacto ambiental correspondiente, por lo tanto, es compatible.

III.9. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE VIDA SILVESTRE

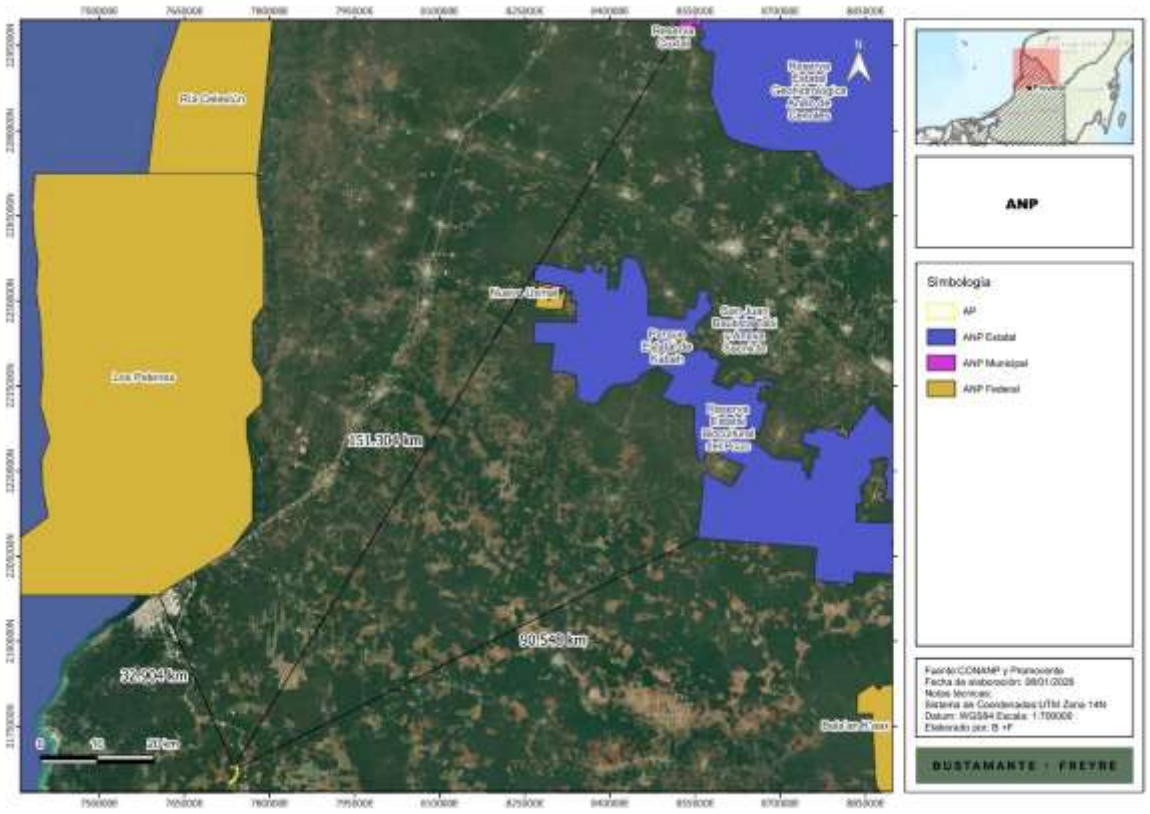
III. 9.1. Áreas Naturales Protegidas

De conformidad con lo dispuesto por la **LGEEPA**, las Áreas Naturales Protegidas (**ANP**) se definen como aquellas zonas dentro del territorio nacional cuyas condiciones originales no han sido alteradas significativamente. De igual forma, el artículo 46 de este mismo ordenamiento, establece que los gobiernos de los Estados y la Ciudad de México, podrán establecer parques, reservas estatales y demás categorías de manejo conforme a la legislación local en la materia. Bajo ese tenor, tales áreas fueron creadas con la intención de monitorear que los recursos naturales presentes tuvieran una protección adicional a la ya otorgada por el marco legal.

Para fines de este **DTU-BR,** se debe mencionar que el área en donde pretende establecerse el **Proyecto** no incide en ninguna ANP federal o estatal y/o municipal, tal y como se muestra en la siguiente figura.

En este caso el **Proyecto** NO se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida de competencia Federal, Estatal o Municipal, tal y como se puede apreciar en la siguiente Figura.

Figura III. 9 Ubicación del Proyecto en relación con las ANP



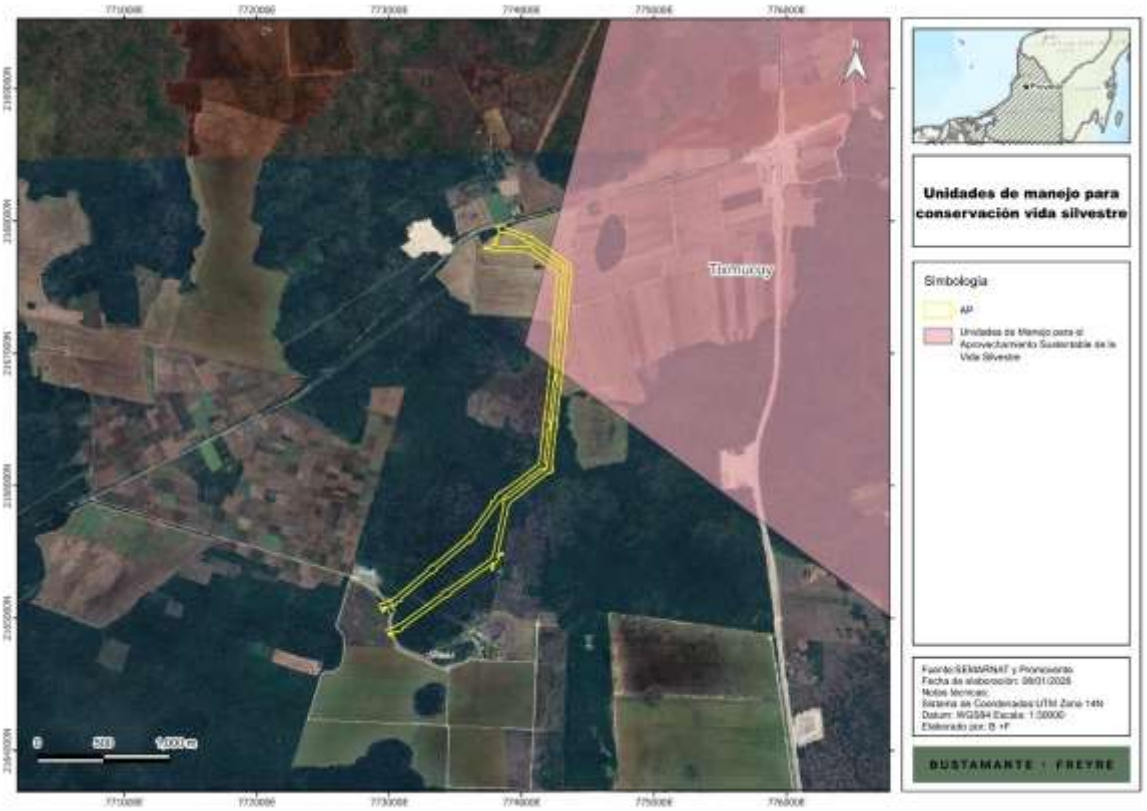
Como puede observar el **Proyecto** no incide en áreas naturales protegidas y las más cercanas son las áreas naturales protegidas federales de "Los Petenes" a 32.904km y las estatales denominadas "Reserva Estatal Geohidrológica Anillo de Cenotes" a 151.304 km y Reserva Estatal Biocultural del Pucc" a 90.548 km.

9.2 UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE VIDA SILVESTRE

Las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (**UMA**), se establecen en el artículo 39 de la **LGVS,** como aquellos lugares donde "*Los propietarios o legítimos poseedores de los predios o instalaciones en los que se realicen actividades de conservación de Vida Silvestre deberán dar aviso a la Secretaría, la cual procederá a su incorporación al Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. Asimismo, cuando además se realicen actividades de aprovechamiento, deberán solicitar el registro de dichos predios o instalaciones como Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre. Las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre, serán el elemento básico para integrar el Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre,* ***y tendrán como objetivo general la conservación de hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres. Podrán tener objetivos específicos de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable."***

En el caso concreto, el **Proyecto** incide en la **UMA** Tixmucuy (SEMARNAT-UMA-EX-0002-CAMP), tal y como se observa en la siguiente imagen:

Figura III. 10 Ubicación del Proyecto en relación con la UMA más cercana



En este sentido, si bien es cierto incide en dicha UMA, incide en una parte desprovista de vegetación forestal, donde se llevan actividades agrícolas y que fue confirmado lo anterior, mediante el trabajo de campo. Sumado al hecho que en el área donde incide el **Proyecto** en la **UMA** en mención no se requiere de remoción de vegetación forestal.

También, es importante mencionar que el **Proyecto,** al ser una línea de transmisión, no tiene un impacto continuo y las únicas actividades que se darán en la etapa operativa son de mantenimiento.

Finalmente, se indica que el **Proyecto** es compatible con dicha **UMA** ya que se cuenta con el consentimiento de los copropietarios del predio "Andrés Miguel", donde incide dicha **UMA,** denominada Tixmucuy (SEMARNAT-UMA-EX-0002-CAMP), tal y como se observa en el instrumento notarial No. **10,000** de 29 de diciembre de 2025, en el que quedó asentado el contrato de arrendamiento, celebrado entre los CC. Luisa Cristina Ortega Victoria y Miguel Andrés Ortega Victoria (copropietarios) y el **Promovente** (como arrendador). En dicho contrato se estableció en la cláusula Novena que ***"los Arrendadores en este acto dan su consentimiento y autorizan al Arredatario para que realice todos aquellos acondicionamientos, adaptaciones, obras, construcciones y maniobras en la Superficie Arrendada que resulten necesarias o***

convenientes para la realización del Proyecto. Lo anterior incluye el derecho de modificar o alterar la forma de la Superficie Arrendada y hacer mejoras en la misma (…) Expresamente los Arrendadores reconocen que, como parte del uso ordinario al que se destina a la Superficie Arrendada, el Arrendatario podrá llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, y, en virtud de ello, remover vegetación forestal de la Superficie Arrendada", además, la cláusula Decima Tercera establece que los arrendadores del predio "***se obligan a permitir al Arrendatario y a su personal autorizado, así como a los contratistas, subcontratistas y/o terceros autorizados, el acceso a la Superficie Arrendada a cualquier hora, durante la vigencia del presente contrato y una vez que hubiere concluido la instalación de la correspondiente infraestructura"*** **(Anexo_I_1.2.) que obra en el capítulo I y que fue adjuntado en la carpeta correspondiente. Este se trata de un documento público con pleno valor probatorio, por lo que expresa claramente la voluntad de sus propietarios para permitir el CUSTF para el desarrollo del Proyecto.**

III.10. OTROS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN ECOLÓGICA

Las Regiones Prioritarias ("**RP**") (Terrestres, Hidrológicas y Marinas, así como las Áreas de Conservación de las Aves) definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad ("**CONABIO**"), no constituyen **ANP** en los términos establecidos en la **LGEEPA** y por lo tanto no forman parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, por otra parte, no se encuentran contempladas en algún ordenamiento jurídico como instrumentos normativos que impongan modalidades al uso del suelo para su conservación. En tal sentido, no constituyen actos de autoridad emanados de un ordenamiento jurídico que obliguen al particular a cumplir con la descripción realizada en las fichas técnicas correspondientes y por tal motivo no son vinculantes para los gobernados.

En términos de información disponible en el sitio web de la **CONABIO:**

> *[…] la regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de regionalizaciones de tipo ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis.*

Así, las regiones prioritarias funcionan más como una herramienta para la planeación ambiental a cargo de la administración pública, que un instrumento jurídico de cumplimiento obligatorio para los particulares. Constituyendo un marco de referencia fundamental que la mayoría de las veces son tomados como base, para orientar el establecimiento a través de ordenamientos jurídicos específicos, de sitios que dado sus características requieren ser preservados y restaurados, siguiendo para tal efecto procedimientos administrativos en los que de manera prioritaria se prevé la participación ciudadana y que finalmente concluyen en actos de autoridad como lo son Decretos de **ANP.**

No obstante, a ello y dado que son instrumentos orientativos, se tomaron como base para la elaboración del presente estudio con el objeto de identificar aquellas **RP** en las que podría haber cierta interacción y, en su caso, reforzar las medidas de prevención, mitigación y compensación que aseguren la minimización de los impactos ambientales que se ocasionen por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En tal sentido, la incidencia del **Proyecto** se analiza en los siguientes apartados.

III.10.1 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

El **Proyecto** de Regiones Terrestres Prioritarias (**RTP**) se circunscribe al Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la **CONABIO**, que se orienta a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos.

En el país se identifican 152 **RTP** para la conservación de la biodiversidad en México que cubren una superficie de 515,558 km^2 y que están delimitadas espacialmente en función de su correspondencia con rasgos topográficos, ecorregiones, cuencas hidrológicas, áreas naturales protegidas, tipos de sustrato y de vegetación y del área de distribución de algunas especies clave.

Más del 95% de la superficie de las **ANP** decretadas está correlacionada espacialmente con las **RTP.** En el caso concreto del **Proyecto** que nos ocupa, no incide en alguna **RTP**, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura III. 11 Ubicación del Proyecto en relación con las RTP.

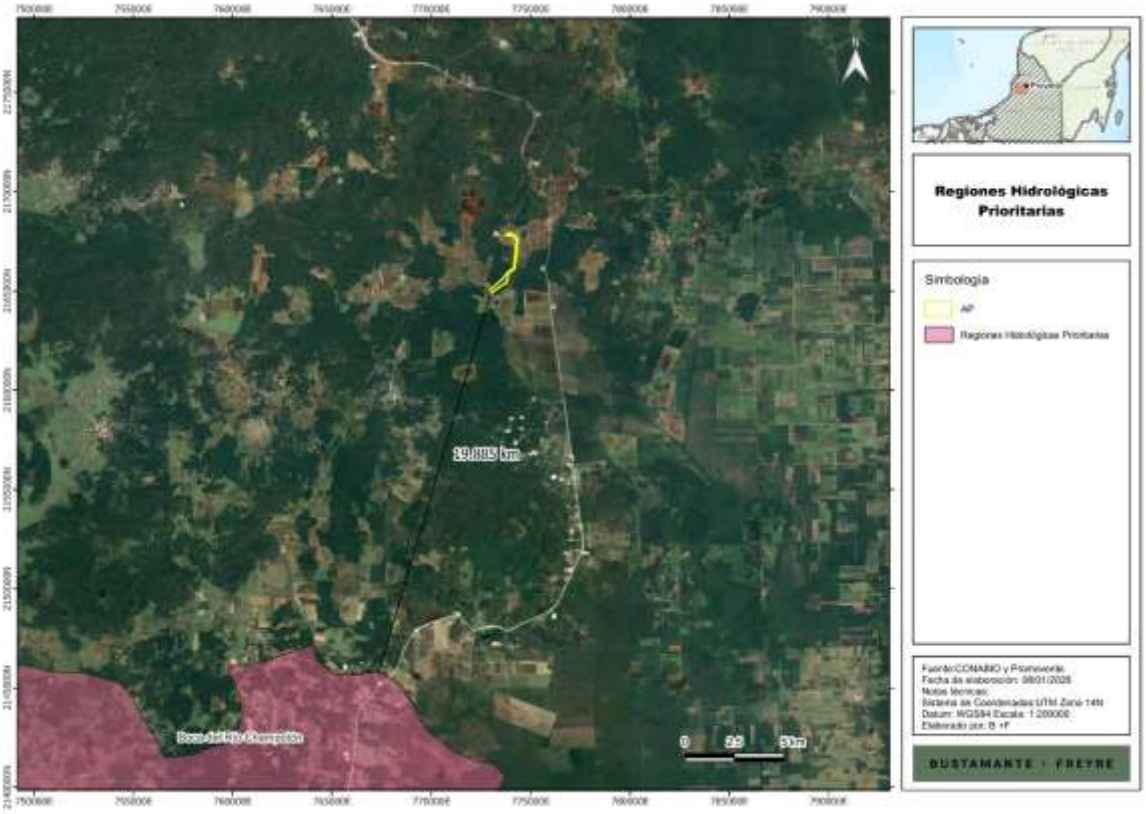


En conclusión, el **Proyecto** se encuentra a 34.418 km de la **RTP** de Petenes Ría Celestún, que es la más cercana.

III.10.2 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

En el país se identifican 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias (**RHP**) por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación. En el caso concreto del **Proyecto** que nos ocupa, no incide en alguna **RHP**, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura III. 12 Ubicación del Proyecto en relación con las RHP



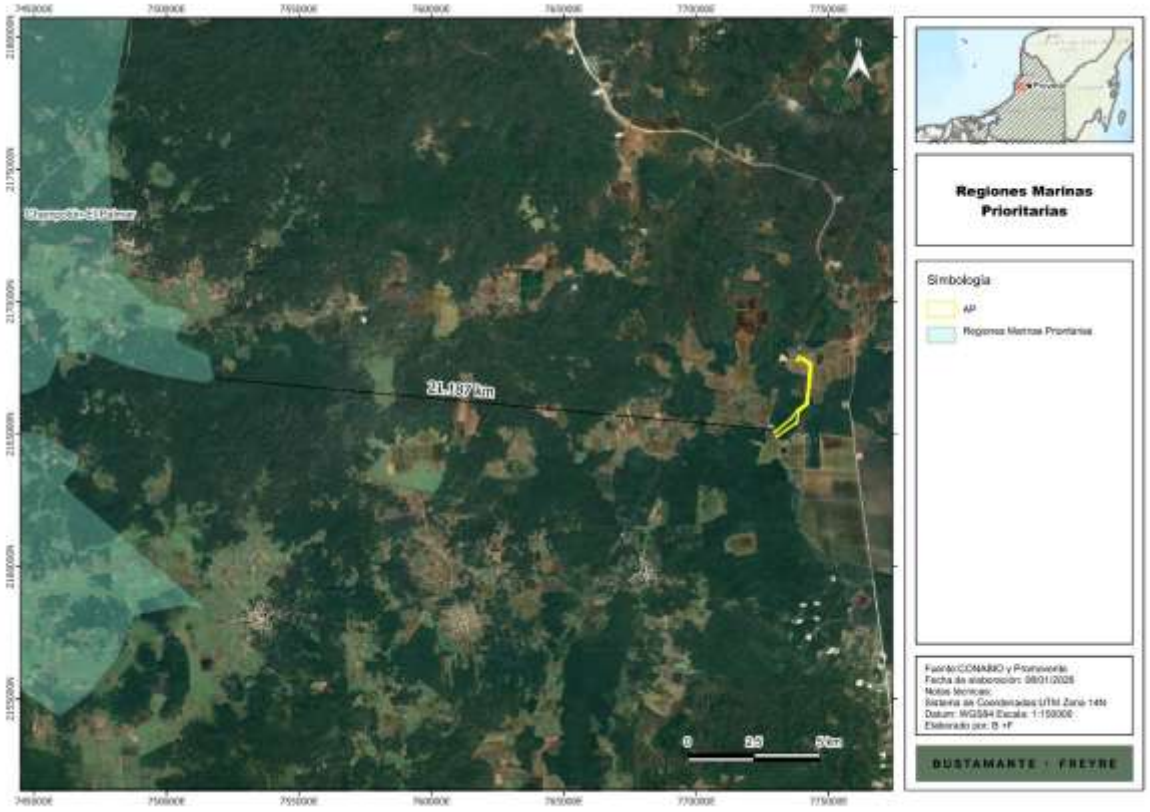
Luego entonces, el **Proyecto** se encuentra a 19.885 km de la **RHP** "Boca del Rio Champotón", que es la más cercana.

III.10.3. REGIONES MARINAS PRIORITARIAS

La **CONABIO** identificó las regiones marinas prioritarias (**RMP**) por medio de dos talleres multidisciplinarios en 1998, con la participación de 78 expertos pertenecientes a 42 instituciones nacionales y del extranjero. Para la delimitación de las **RMP** se utilizaron diversos criterios ambientales, económicos y de amenaza. Entre los criterios ambientales específicos de ambientes marinos, se consideraron los procesos oceánicos relevantes y las zonas de migración, crecimiento, reproducción y refugio. Entre los criterios económicos, se pueden mencionar los relacionados a las especies de importancia comercial, las zonas pesqueras, y las zonas importantes para las actividades económicas como el turismo, y la extracción de recursos.

Sin embargo, el **Proyecto** no incide en ninguna **RMP**, tal y como lo muestra la siguiente imagen:

Figura III. 13 Ubicación de las RPM

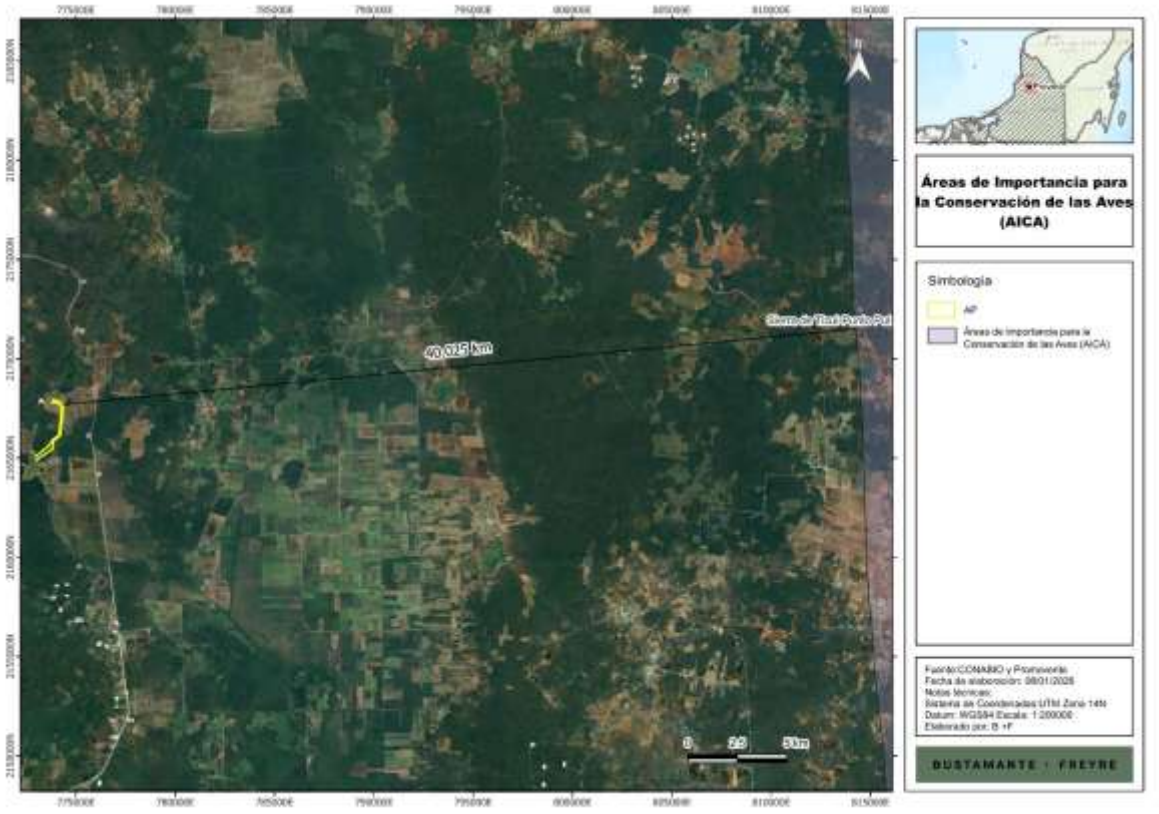


El **Proyecto,** como puede observar, no incide con ninguna **RPM,** y la más cercana se encuentra a 21.187 km (Champotón el Palmar).

III.10.4 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

La **CONABIO** tiene registradas 230 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (**AICAS**), las que se clasifican en 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves. En el caso concreto del Proyecto que nos ocupa, no incide en alguna **AICA,** tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura III. 14 Ubicación del Proyecto en relación con las AICAS



En resumen, el **Proyecto** se encuentra a 40.025 Km de la **AICA** Sierra de Ticul-Punto Put que es la más cercana, aún así se implementarán como medidas, la colocación de antiperchas, ya que este tipo de accesorios es recomendable para evitar la percha de aves.

III. 10.3.1. Sitios Prioritarios.

De conformidad con la **CONABIO,** uno de los objetivos de las **ANP** es la protección de la biodiversidad, por lo que es necesario revisar su funcionamiento, conectividad y representatividad, ya que a pesar de que la red de **ANP** ha crecido en los últimos años y ha aumentado la capacidad de gestión de las mismas, la pérdida de diversidad biológica continúa.

En este sentido, con el objetivo de crear y mantener sistemas de **ANP** nacionales y regionales completos, eficazmente gestionados y ecológicamente representativos, México adoptó el Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas, en el marco del **CDB**, en el que se decidió realizar los análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad para los ambientes terrestres, marinos y acuáticos epicontinentales de todo el país, a diversas escalas, con el objeto de orientar estrategias para la conservación, como el establecimiento de nuevas áreas protegidas y de otros instrumentos de conservación *in situ*.

Por lo que éstas funcionan más como una herramienta para la planeación ambiental a cargo de la administración pública, que un instrumento jurídico de cumplimiento obligatorio para los particulares. Ideado para identificar vacíos u omisiones en materia de conservación, y en esa medida constituir un marco de referencia para orientar el establecimiento, a través de ordenamientos jurídicos específicos, de sitios que dado sus características requieren ser preservados y restaurados, siguiendo para tal efecto procedimientos administrativos que concluyen en Decretos de **ANP**

No obstante, dado que son instrumentos orientativos, se tomaron como base para la elaboración del presente Estudio con el objeto de identificar aquellos sitios prioritarios con los que podría haber cierta interacción y, en su caso, reforzar las medidas de prevención, mitigación y compensación que aseguren la minimización de los impactos ambientales que se ocasionen por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En el caso particular, la **CONABIO** ha determinado cuatro tipos de **SP**: 1) Terrestres, 2) Marinos, 3) Acuáticos continentales y 4) Primates. En tal sentido, la incidencia del **Proyecto** con respecto de estas, se analiza en los siguientes apartados:

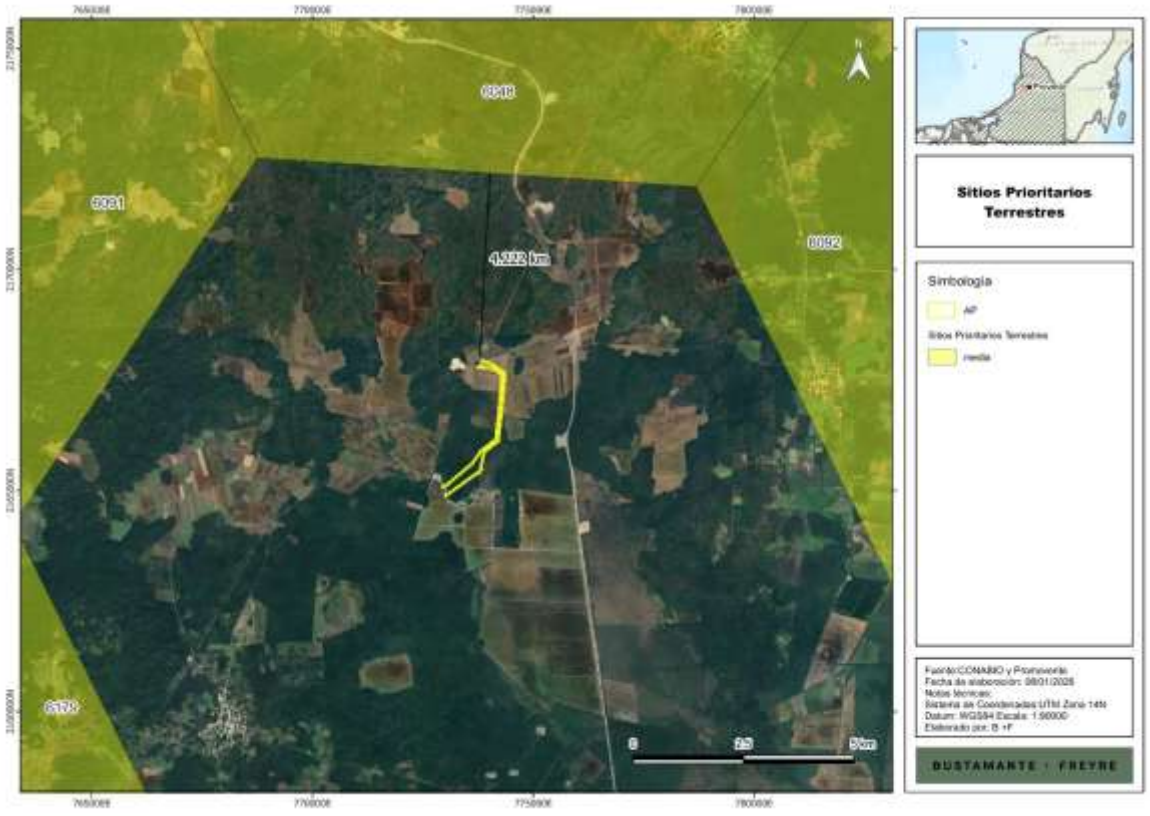
III. 10.3.1.2 Sitios Terrestres Prioritarios

Los Sitios Terrestres Prioritarios (**STP**), son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible. Para identificar los sitios prioritarios de México, se usaron programas con diferentes algoritmos que buscan soluciones eficientes para identificar unidades de muestreo que sean prioritarias para la conservación. De acuerdo a los elementos de biodiversidad analizados y las coberturas vegetales, los sitios seleccionados se clasificaron en 3 tipos de prioridades: extrema, alta y media.

Los sitios seleccionados el 100% de las veces (denominados irremplazables), se consideran de mayor prioridad a escala nacional, denominados de prioridad extrema o alta. Se identificaron 1093 unidades de media prioridad (frecuencia de selección 90-99% del ejercicio de priorización de acuerdo a las metas establecidas), 1145 unidades de alta prioridad (frecuencia de selección 100% del ejercicio de priorización de acuerdo a las metas establecidas) y 176 de extrema prioridad (frecuencia de selección 100%; coincidentes en dos ejercicio de priorización, el primero de acuerdo a las metas establecidas y el segundo ejercicio con metas reducidas para los tipos de vegetación primaria y secundaria).

En el caso que nos ocupa, el **Proyecto** no intersecta con ningún **STP**, tal y como se observa en la siguiente figura.

Figura III. 15 Ubicación del Proyecto con respecto a los STP



III. 10.3.1.3. Sitios Prioritarios Marinos (SPM).

Si bien la principal estrategia para la conservación en México ha sido el establecimiento de áreas protegidas, en el caso de los ecosistemas marinos existe un sesgo, que es más evidente cuando se considera toda la Zona Económica Exclusiva, ya que sólo 1.38% de los ambientes oceánicos está protegida bajo algún decreto de área protegida, por lo que resulta fundamental la expansión de los sistemas de áreas protegidas de una forma estratégica, en aquellos sitios con mayor diversidad que enfrentan las mayores amenazas[30].

Se han identificado 105 Sitios Prioritarios Marinos (**SPM**) (costas, océanos y elementos insulares) utilizando cartografía temática digital, bases de datos de ejemplares georreferenciados de especies de flora y fauna y otros elementos de la biodiversidad marina. Alrededor de 18% de la superficie de los sitios prioritarios está decretada como área protegida; 78 se encuentran representados en menos del 20% de su superficie en el sistema de **AP**, destacando el hecho de que por primera vez se identificaron 29 sitios ubicados en aguas profundas[31].

[30] http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/gap_marino
[31] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

Con esto, el análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina representa una referencia para la toma de decisiones e identificación de prioridades relacionadas con los ecosistemas marinos para el conocimiento, conservación y manejo sustentable de estos recursos.

En el caso de este **Proyecto** debido a su localización, es claro que no incide en algún **SPM**, tal y como se corrobora con la siguiente imagen:

Figura III. 16 Ubicación del Proyecto en relación con el SPM



III. 10.3.1.4. Sitios Prioritarios Acuáticos.

Los sistemas acuáticos son de los primeros en recibir los impactos de las actividades antropogénicas, entre los factores que contribuyen a la destrucción y modificación de estos sistemas son el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación del recurso hídrico, la contaminación de cuerpos de agua, la alteración de los flujos de agua por presas, bordos y canales, y la introducción accidental o deliberada de especies exóticas. La pérdida de biodiversidad acuática epicontinental y de los recursos hídricos tiene como consecuencia la pérdida de servicios ambientales necesarios para el bienestar humano.[32]

[32] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

En razón de ello, la identificación de sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales es una herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable.

En el caso del **Proyecto**, no incide en algún Sitio Prioritario Acuático Epicontinental (**SPAE**), tal y como se puede observar en la siguiente figura:

Figura III. 17 Ubicación del Proyecto con respecto a los SPAE



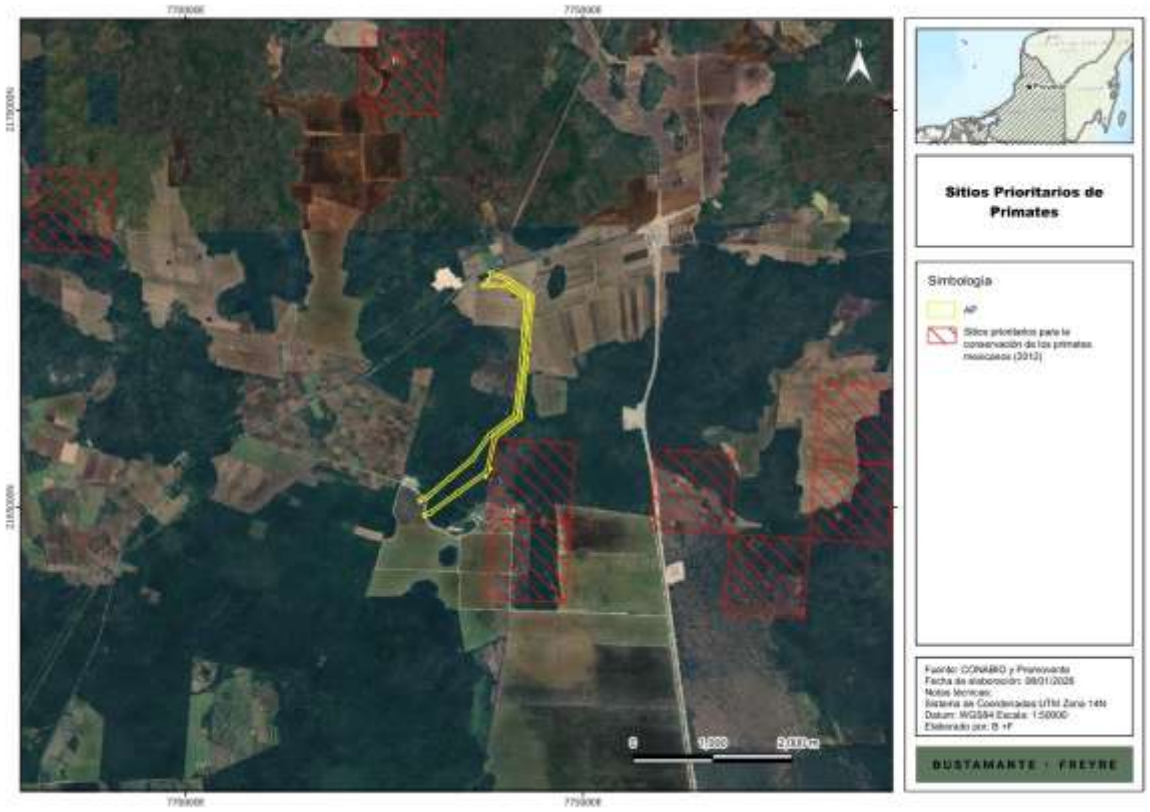
III. 10.3.1.5. Sitios Prioritarios de Primates.

En México habitan tres especies de primates no humanos, el mono aullador negro (*Alouatta pigra*), el mono aullador de manto o mono aullador pardo (*Alouatta palliata mexicana*) y el mono araña (representado por dos *subespecies Ateles geoffroyi vellerosus y A. geoffroyi yucatanensis*).[33]

En el caso concreto, el **Proyecto** no incide con Sitios Prioritarios de Primates (**SPP**) **como se observa:**

[33] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html

Figura III. 18 Ubicación del Proyecto en relación con los SPP



Aún así, se indica que se implementará el **El Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna,** con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto.** El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**.

III.10.3.1.6. Sitios de Atención Prioritaria para la Conservación de la Biodiversidad

La **CONABIO,** con el propósito de brindar un panorama nacional de las prioridades de conservación y restauración de la biodiversidad, a una escala más fina, se identificaron los sitios de atención prioritaria (**SAP**) y los sitios prioritarios para la restauración (**SPR**) en el marco de promover también acciones y estrategias de desarrollo territorial sustentable (Conabio 2012, Sarukhán *et al.* 2017).

Los **SAP** se diseñaron considerando los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad de ambientes terrestres, acuáticos epicontinentales y costeros, la representatividad ecorregional y otras variables para identificar los espacios naturales en buen estado de conservación que cuentan

con una elevada diversidad biológica y que albergan especies de distribución restringida, endémicas y amenazadas, así como ecosistemas vulnerables y adyacentes a las áreas protegidas.

El **Proyecto** no incide con ninguno de estos sitios, como se muestra en la siguiente imagen:

Figura III. 19 Ubicación del Proyecto en relación con los SAP

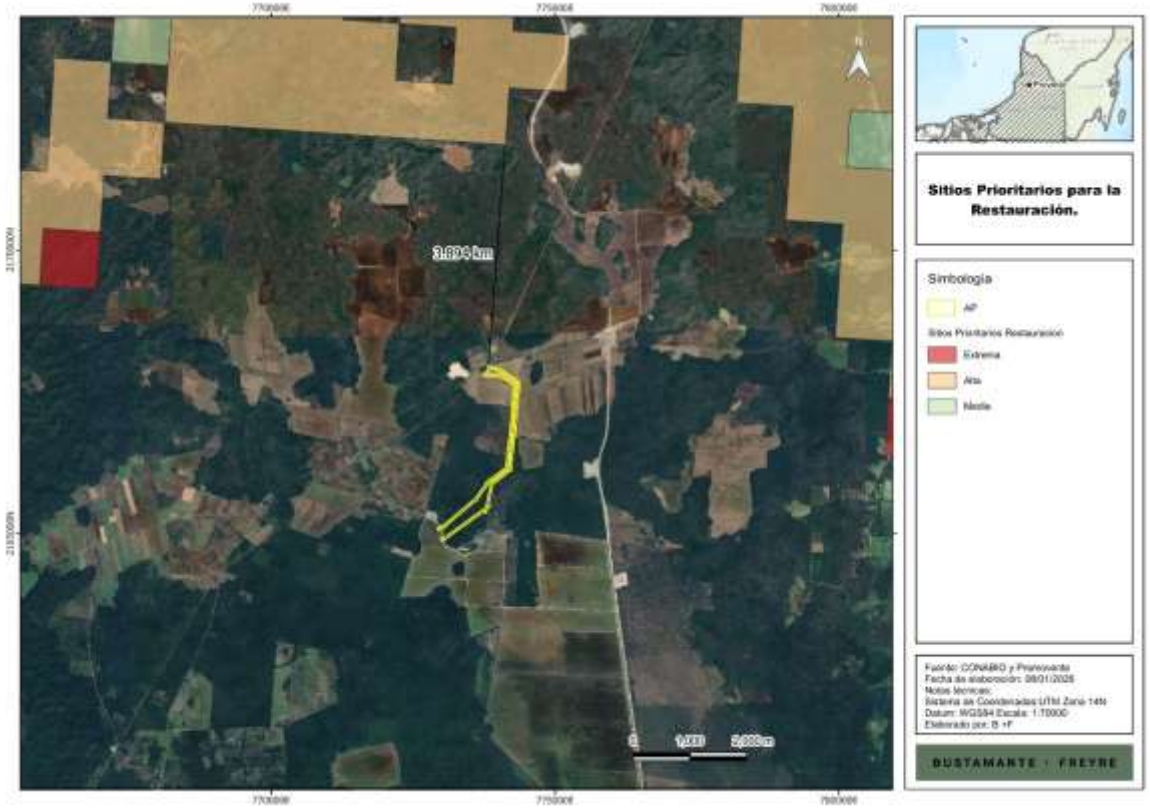


III.10.3.1.7. Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR)

Con el fin de guiar acciones de restauración ambiental en el país, la **CONABIO** coordinó un análisis para identificar los sitios prioritarios para la restauración (**SPR**) en la porción continental de México 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).

Ningún **SPR** incide en el **Proyecto** como lo muestra la siguiente imagen:

Figura III. 20 Ubicación del Proyecto en relación con los SPR



III.11. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Tabla III. 39 Agua

DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES		
Norma Oficial Mexicana	**Rubro**	**Vinculación con el Proyecto**
NOM-001-SEMARNAT-2021	Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado. Es decir, los servicios sanitarios durante la etapa de preparación y construcción se contratará el servicio de baños móviles, cuyo número estará en relación con el número de trabajadores en cada frente de trabajo, a razón de uno por cada 20 trabajadores (1:20). En la etapa de operación y mantenimiento. Los lodos acumulados serán recolectados de

DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES		
		forma periódica por un proveedor autorizado, asegurando su disposición final adecuada conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002. Para la etapa de operación y mantenimiento, se contempla una fosa séptica cuyo volumen y características específicas se definirán en fases posteriores del diseño.
NOM-002-SEMARNAT-1996.	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Se respetarán los límites máximos de descargas de aguas residuales establecidos en esta norma oficial mexicana, ya que el agua que se utilizará durante la etapa de operación y mantenimiento será para el uso sanitario de los trabajadores.

Tabla III. 40 Emisiones

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA (EMISIÓN DE FUENTES MÓVILES)		
Norma Oficial Mexicana	**Rubro**	**Vinculación con el Proyecto**
NOM-041-SEMARNAT-2015.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	El **Promovente** señala que el **Proyecto** no emite en sí mismo gases contaminantes y sólo se aclara que se asegurará que toda la maquinaria y equipo que utilice gasolina se encuentre en buenas condiciones, para lo cual se contará con acciones **de mantenimiento de maquinaria y equipo.** Este programa tiene como objetivo, evitar en la medida de lo posible el incremento de la mala calidad del aire en el área el **Proyecto**. Durante la construcción, se habilitarán sanitarios portátiles.
NOM-042-SEMARNAT-2003.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	
NOM-163-SEMARNAT-SCFI-2023.	Emisiones de bióxido de carbono (CO2) provenientes del escape, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3 857 kilogramos.	
NOM-045-SEMARNAT-2017.	Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	El **Promovente** se asegurará que toda la maquinaria y equipo que utilice diésel se encuentre en buenas condiciones y que se cuente con programas periódicos de mantenimiento preventivo, tal y como se describe en el Capítulo VII.
NOM-076-SEMARNAT-2012.	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de	

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA (EMISIÓN DE FUENTES MÓVILES)		
	hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.	

Tabla III. 41 Residuos

RESIDUOS PELIGROSOS, SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL		
Norma Oficial Mexicana	**Rubro**	**Vinculación con el Proyecto**
NOM-052-SEMARNAT-2005.	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Los residuos peligrosos que se generen serán depositados en un almacén temporal, bajo los lineamientos que señala la normatividad aplicable y posteriormente en un plazo menor a 06 meses se entregaran a un proveedor autorizado. Los procedimientos para el manejo se contendrán en el **Programa de Manejo Integral de Residuos**. los residuos sólidos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores de 200 litros rotulados y se dispondrán por alguna empresa particular contratada para este fin o directamente en el relleno sanitario. Aunado a lo anterior, no se espera tener que cambiar una gran cantidad de celdas solares durante la operación y mantenimiento del **Proyecto,** por lo que los residuos que pudieran generarse del mantenimiento y/o cambio del alguno de los paneles, podría quedar en dichos tambos.
NOM-054-SEMARNAT-1993.	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	Para cumplir con las disposiciones establecidas por la presente NOM, se tomaron en cuenta para la elaboración del **Programa de Manejo Integral de Residuos.**

RESIDUOS PELIGROSOS, SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL		
NOM-161-SEMARNAT-2011.	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	El **Programa de Manejo Integral de Residuos** toma en cuenta dentro de sus objetivos los criterios que se establecen en esta Norma Oficial para la determinación de sus protocolos.

Tabla III. 42 Flora y Fauna

FLORA Y FAUNA		
Norma Oficial Mexicana	**Rubro**	**Vinculación con el Proyecto**
NOM-059-SEMARNAT-2010 y su MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010.	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	Se aplicarán las acciones específicas de educación y capacitación ambiental, medidas de prevención y mitigación específicas en materia de fauna; asimismo, se implementará: 1. El **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. 2. **Programa de rescate y reubicación de flora:** Que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto.** El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación

FLORA Y FAUNA		
		de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil.

Tabla III. 43 Ruido

RUIDO		
Norma Oficial Mexicana	**Rubro**	**Vinculación con el Proyecto**
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	El **Proyecto** verificará que los equipos que participen en las labores de preparación del sitio y construcción cumplan con los parámetros establecidos en la Norma en cuestión. Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	La operación de maquinaria y vehículos durante la construcción será fuente de ruido en el área. El área donde se laborará no está rodeada de viviendas, escuelas o fábricas, es factible de suponer que la cantidad de sonidos que pudieran ser catalogados como ruido no serán indeseables. Para el caso de la fauna silvestre, la misma presencia del personal y vehículos contribuirán a espantarlos, por lo que no serán objeto del efecto del ruido.

Tabla III. 44 Suelo

SUELO		
Norma Oficial Mexicana	**Rubro**	**Vinculación con el Proyecto**
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Que establece 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.	El **Proyecto** son dos líneas de transmisión eléctrica que, por lo que su principal actividad no tiene que ver con el uso de hidrocarburos. Además, tampoco se plantea el desarrollo del **Proyecto** en suelos contaminados.

SUELO		
	1. Objetivo 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.	También es imperante mencionar que, el objetivo de la norma es 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, sin embargo, esto no resulta aplicable, **ya que los vehículos utilizados para al preparación del sitio del Proyecto, así como la operación y mantenimiento, NO superan las cantidades establecidas en la Tabla 1, 2 y 3 de la norma oficial en cuestión, por lo que es casi imposible que ocurra una contaminación del suelo en los términos referidos.** Aunado al hecho que el sitio es una zona agropecuaria, sin presencia de contaminantes. Pero, al utilizar maquinaria y vehículos para la preparación del sitio y construcción, y para algunas tareas de mantenimiento del área del **Proyecto,** se implementarán **acciones de Mantenimiento.** Ello, con el fin de detectar fallas repetitivas, aumentar la vida útil de los equipos o vehículos que usen hidrocarburos, disminuir costos de reparaciones. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceite y lubricantes, etc. Sumado a lo anterior, las recargas de combustible, se realizarán en estaciones de combustibles autorizadas.

Por todo lo señalado, es claro que el desarrollo del **Proyecto**, cumplirá con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas revisadas.

III.12. INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN

III.12.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (**PND**), fue publicado el 15 de abril de 2025 en el **DOF.** En el rubro Ejes Generales, prevé que el Gobierno estará comprometido a impulsar el desarrollo sustentable, factor indispensable para el bienestar.

La **Constitución** ordena que el Estado mexicano debe dirigir el desarrollo nacional y ser garante de la sustentabilidad. El artículo 26 establece que debe de organizar un sistema de planeación

democrática del desarrollo nacional, esa planeación serádemocrática y deliberativa. El Plan Nacional de Desarrollo es, primero, un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse con congruencia al **PND.**

El **PND** cuenta con e los 4 ejes generales y 03 ejes transversales, entre ellos destaca el Eje General 4: Desarrollo sustentable.

Con base en el **PND** el *"desarrollo sustentable es un principio fundamental para garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras. La soberanía energética es un objetivo estratégico del país y* ***la transición energética una prioridad. El Plan Nacional de Energía incluye nuevas inversiones en transmisión, generación y un programa ambicioso de transición energética hacia fuentes renovables de energía que contribuyan a disminuir los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático. De manera específica, se contemplan 51 proyectos que apuntan a generar 22 mil 674 megawatts adicionales****."*

En el Eje General 4: Desarrollo sustentable se indica:

> "***En la matriz energética del país se impulsarán fuentes de energía renovables y se acelerará la transición energética con el objetivo de reducir las emisiones contaminantes, cumplir con las metas nacionales de energías limpias y honrar los compromisos internacionales en la lucha contra el cambio climático.***
>
> ***Además de garantizar un suministro energético seguro, eficiente y asequible para toda la población, la justicia energética debe convertirse en un pilar del desarrollo nacional. Esto implica ampliar la cobertura y el acceso a la energía, especialmente en comunidades marginadas, asegurando que todas las regiones del país cuenten con fuentes de energía limpias y sostenibles.***
>
> *[...]*
>
> *Estas acciones buscan equilibrar el desarrollo económico con la responsabilidad ambiental, asegurando que las generaciones presentes y futuras cuenten con los recursos y condiciones necesarias para una mejor calidad de vida. La consolidación de un modelo energético sustentable y una gestión responsable de los recursos naturales son claves para garantizar la viabilidad ambiental, económica y social del país a largo plazo.*
> *[...]*
>
> *La transición hacia energías renovables reducirá la dependencia de combustibles fósiles y permitirá cumplir con compromisos internacionales en materia climática. Actualmente, el 89% de la energía del país proviene de combustibles fósiles y el 62% de la electricidad se genera con gas natural, en su mayoría importado de los Estados Unidos de América, sin un sistema de almacenamiento que neutralice riesgos de escasez. Además, solo el 11% de la energía proviene de fuentes renovables. Ante ello, es necesario fortalecer y expandir la red eléctrica para atender la creciente demanda, reducir la congestión y conectar nuevas fuentes de generación renovable.*

La CFE deberá garantizar un suministro confiable mediante proyectos renovables, esquemas de inversión claros y procesos simplificados para el autoabastecimiento energético en hogares e industrias. La política energética debe fomentar el uso eficiente de la energía, promoviendo medidas de ahorro y el consumo de productos de alta eficiencia energética. Asimismo, la Estrategia Nacional del Sector Eléctrico debe enfocarse en fortalecer la planeación del sector, garantizar el acceso a electricidad en comunidades sin servicio, modernizar el transporte público con criterios de sustentabilidad y establecer reglas claras para atraer inversión privada."

En el caso concreto, el **Proyecto** al ser dos líneas de transmisión eléctrica aisladas, que conectará un parque solar (que genera energía eléctrica mediante la captación de la radiación solar, con paneles solares) entonces se estará transmitiendo energía renovable o limpia, a la cual el gobierno federal se comprometió impulsar y que garantiza un punto de equilibrio entre desarrollo y sustentabilidad.

En síntesis, el **Proyecto** impulsan el desarrollo económico, al mismo tiempo que garantizan los recursos naturales de las generaciones futuras, con base en un deber ético intergeneracional.

III.12.2 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2025-2030

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 (**PROMARNAT**) se publicó en el **DOF** el 08 de septiembre de 2025. Prevé 06 objetivos prioritarios, entre los que se encuentra (04) promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.

Por cada uno de los objetivos prioritarios previstos identifica estrategias prioritarias y acciones puntuales. De manera específica para el objetivo prioritario número 6.4, prevé "6.4 Relevancia del objetivo 4: Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.".

Con lo que el presente **Proyecto** cumple y es compatible con esta acción puntual del **PROMARNAT** al someterse a evaluación de impacto ambiental ante esa autoridad.

III.12.3. PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍA 2025 – 2030

El Programa Sectorial de Energía 2025-2030 (**PROSENER**) constituye un instrumento de planeación energética de carácter vinculante, sustentado en la **CPEUM**. De conformidad con el artículo 26 constitucional, corresponde al Estado Mexicano la conducción de la planeación democrática del desarrollo nacional.

El **PROSENER** se encuentra alineado al artículo 1 de la **CPEUM** que garantiza que todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en la Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte. Del mismo modo, se encuentra alineado al artículo 4 de la **CPEUM** que establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano

para su desarrollo y bienestar, así como al acceso al agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible.

Igualmente, el **PROSENER** se alinea con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (**PND**), principalmente en lo correspondiente al Eje 4 Desarrollo Sustentable, y contribuye a los ejes transversales; 1 Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres; 2 Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional y 3 Derechos de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas. Esta alineación se realiza en cumplimiento del artículo 21, fracción II de la **LPTE** la cual es reglamentaria de los artículos 25 (párrafo tercero), 27 (párrafos sexto y séptimo) y 28 (párrafo cuarto) de la **CPEUM**. Según lo estipulado en la fracción III, del artículo 16 de la Ley de Planeación respecto a la elaboración de los programas sectoriales para el desarrollo nacional, es la Secretaría de Energía (**SENER**), como cabeza del sector, la responsable de coordinar la integración, publicación, ejecución, seguimiento y rendición de cuentas del Programa.

El **PROSENER** señala que tiene como objetivo "*El objetivo 3 de este Programa, alineado con la Reforma Energética 2025, bajo el principio de Justicia Energética, plantea estrategias y acciones para garantizar el acceso universal a energía confiable, limpia y accesible"*.

También, indica que se busca "a*mpliar la infraestructura y la tecnología para el suministro de energía limpia es un objetivo crucial que contribuye tanto al desarrollo, como al medio ambiente*". Por lo que el **Proyecto** al ser dos líneas de transmisión eléctricas que conectarán un parque solar, que genera energía limpia y renovable, es compatible con el **PROSENER.**

III.12.3. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2024-2027 DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE

El Plan Estatal de Desarrollo 2024-2027 del Gobierno del Estado de Campeche se estructura 05 misiones, con diversos objetivos, estrategias y líneas de acción.

En la misión 5 "*UN ESTADO NATURALMENTE SOSTENIBLE*", en su apartado sobre "*ENERGÍA Y ELECTRIFICACIÓN*", establece "*se deben considerar fuentes de energía alternativas y sostenibles que complementen la oferta actual y promuevan un desarrollo energético más inclusivo y resiliente en Campeche. Mediante energías alternativas y sostenibles también es posible reducir la huella de carbono que genera nuestro estado y se enfoca a un bienestar social y económico de largo plazo. Solo mediante un enfoque integral y equitativo en la generación y distribución de energía se podrá garantizar el progreso y bienestar de todos los habitantes del estado."*

Asimismo, el Plan Estatal de Desarrollo 2024-2027, señala que se deben impulsar y promover las energías renovables y limpias como el **Proyecto:**

> ***"Energías renovables***
>
> ***Por su ubicación y sus características geográficas, Campeche tiene un gran potencial para el desarrollo de proyectos de energías renovables que benefician al consumidor final y generarían una derrama económica significativa para la población. Estas iniciativas***

contribuirán al desarrollo local y brindarán beneficios a las comunidades que actualmente sufren por la deficiencia en el suministro de luz eléctrica. Las energías renovables tienen un gran potencial y pueden contribuir de manera sustancial en la generación de energía eléctrica, ya sea mediante energía solar, eólica u otra tecnología renovable para generar electricidad y
ofrecer una posible solución al déficit existente entre la demanda de suministro con la capacidad de la red eléctrica del estado.

*La Comisión Reguladora de Energía ahora la Comisión Nacional de Energía informa que la generación distribuida en Campeche ha crecido, en promedio, 15 por ciento al semestre, muestra de la importancia de apoyar esta actividad: disminuye los costos y la emisión de gases de efecto invernadero a la atmosfera****. La generación de energía eléctrica renovable permite mitigar hasta 0.435 kilogramos de dióxido de carbono por kilowatt. Por ejemplo, la generación distribuida fotovoltaica logro mitigar 15,286 kilogramos de dióxido de carbono en dos años; por lo que es importante impulsar la transición energética hacia la descarbonización en el estado."***

Énfasis añadido.

Por lo tanto, el **Proyecto** es compatible y congruente con los objetivos de este Plan estatal.

III.12.4. PROGRAMA ESTATAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO (CAMPECHE)

El Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Campeche (**PEOTDU**) fue publicado en el **POEC** el 17 de junio de 2024.[34] Este programa es resultado de un esfuerzo coordinado entre el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano y el Gobierno del Estado de Campeche, en el que elaboraron el primer **PEOTDU**, el cual responde a la necesidad de contar con un instrumento de política pública alineado al Sistema General de Planeación Territorial (art. 23, **CPEUM**) con una visión a largo plazo* que considere los impactos socioespaciales que en sus diferentes escalas tiene el **Proyecto** estratégico del Tren Maya, en tanto los territorios objetivo se encuentran dentro de su área de influencia.

El **PEOTDU** está integrado por diez capítulos. En la especie, el capítulo **siete se presenta el Modelo de Ordenamiento Territorial Urbano que tiene como objetivo fundamental regular y organizar el uso del suelo.** Finalmente, en el capítulo ocho se presenta la matriz de programación de inversiones y corresponsabilidades de los programas y proyectos detonadores que se proponen; los instrumentos que permitan dar cumplimiento a este programa en el capítulo nueve, y los indicadores sugeridos para dar seguimiento y evaluar su desempeño en el capítulo 10.

El **PEOTDU** es un instrumento de planeación previsto en la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano como parte de las atribuciones de las entidades federativas para legislar en materia de asentamientos humanos, Desarrollo Urbano y ordenamiento

[34] Consultable en: https://sedumop.campeche.gob.mx/programa-estatal-de-ordenamiento-territorial-y-desarrollo-del-estado-de-campeche/

territorial (art. 10). Con esta consideración, se plantea el objetivo general del instrumento, así como los alcances de este.

El objetivo general del **PEOTDU** es definir los objetivos, políticas y estrategias para el ordenamiento y regulación del sistema urbano rural de la entidad y sus asentamientos humanos, bajo un enfoque que garantice la distribución equitativa de los beneficios y cargas del desarrollo urbano, manteniendo el equilibrio de los sistemas ecológicos; el aprovechamiento del suelo compatible con las características socioeconómicas, ambientales y patrimoniales de la entidad y sus habitantes; la formación de un tejido de relaciones territoriales y comunitarias que propicien certeza y seguridad jurídica; así como, promover el bienestar de la población para reducir los desequilibrios y las brechas de desigualdad, estableciendo la programación necesaria para la gestión oportuna de acciones de desarrollo urbano a corto (5 años), mediano (15 años) y largo plazo (30 años).

Alcances del PEOTDU:

- Generar un instrumento alineado al marco normativo internacional, federal y estatal en la materia.
- **Establecer mecanismos para la armonización del programa con otros instrumentos de planeación, sectoriales y transversales, con énfasis en la integración del ordenamiento ecológico y el Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Sur-Sureste (2023).**

- Garantizar la elaboración colaborativa del instrumento mediante la participación ciudadana incluyente y la conformación de la Mesa de Gobernanza.

- Considerar en su elaboración, los impactos y externalidades de proyectos estratégicos como el Tren Maya.

- Generar un diagnóstico integral con enfoque sistémico del territorio y enfoque de cuenca, considerando las relaciones funcionales de los sistemas urbano-rurales, y las interacciones entre subsistemas.

- **Definir las políticas y estrategias de ordenamiento territorial, ecológico y desarrollo urbano sustentable de las regiones, zonas metropolitanas y municipios del Estado, en función de sus recursos naturales, de sus actividades productivas, la dignidad del ser humano, sus relaciones sociales, el bien común, y del equilibrio entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales, que orienten la inversión pública y privada a proyectos prioritarios para la conservación de los recursos naturales y el desarrollo urbano y metropolitano**.

- Delimitar los instrumentos que permitan la puesta en marcha y ejecución de las políticas, estrategias y proyectos prioritarios planteados, así como los mecanismos de control y evaluación correspondientes.

Modelo de ordenamiento territorial y urbano del PEOTDU

Para el **PEOTDU** el modelo de ordenamiento territorial es una valiosa herramienta de planificación que tiene como objetivo fundamental regular y organizar el uso del suelo. A través de un conjunto de principios, normas y lineamientos, busca promover un desarrollo equilibrado, armónico y sostenible, teniendo en cuenta los aspectos socioeconómicos, ambientales y culturales del territorio en cuestión.

La utilidad del modelo de ordenamiento territorial se destaca por su capacidad para proporcionar una visión panorámica y estratégica de la ocupación y uso del suelo. Permite analizar y comprender las potencialidades y limitaciones del territorio, así como anticipar y abordar los conflictos y desafíos que pueden surgir durante el proceso de desarrollo. Además, el modelo brinda directrices claras y precisas que orientan la toma de decisiones en áreas cruciales como la planificación urbana, la gestión del suelo, la infraestructura, la protección ambiental y el desarrollo socioeconómico.

En este sentido, el Modelo de Ordenamiento territorial del **PEDOTDU** se divide en Áreas de Gestión Territorial (**AGT**). Este enfoque permitió considerar de manera integral los aspectos hidrográficos y funcionales del sistema de cuencas en la región. En ese sentido, se realizó una regionalización territorial que tomó en cuenta la información de las subcuencas hidrográficas, segmentándolas según su funcionalidad en cuenca alta, media y baja. Una vez definida esta primera zonificación basada en las subcuencas, se integró la información de los usos de suelo serie VII proporcionada por el **INEGI.** Estos datos se generalizaron y se utilizaron para establecer una clasificación detallada de la ocupación territorial en cada subcuenca en particular.

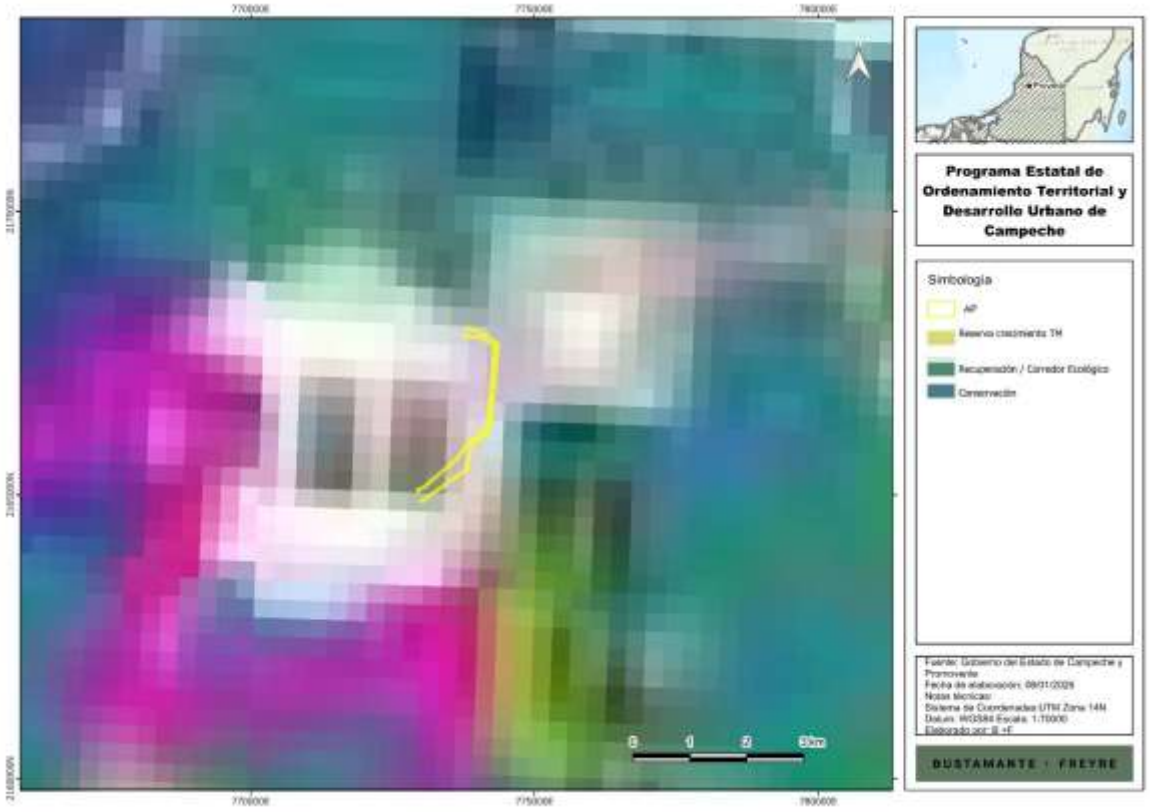
El Modelo de Ordenamiento Territorial del **PEDOTDU** se orienta, en línea de las políticas vigentes en el Estado de Campeche hacía la conservación principalmente, la identificación de las áreas con aprovechamiento sustentable y de manera muy particular a la propuesta corredores ambientales que tienen por objetivo enlazar los continuos vegetales relevantes y así garantizar la continuidad e integridad ecológica en el Estado y los servicios ambientales que los ecosistemas prestan, que al mediano y largo plazo son garantía de la mitigación de los efectos de cambio climático y garantizar el desarrollo sustentable en el Estado.

Con base en los resultados de modelo de ordenamiento territorial, se definieron 4 subregiones en el Estado basadas en el comportamiento de la aptitud.

Asimismo, la Política de Ordenamiento Territorial se basa en una visión integral y estratégica, que considera de manera holística los aspectos socioeconómicos, ambientales y culturales del territorio en cuestión. Al tomar en cuenta estas múltiples dimensiones, se busca lograr un equilibrio y una armonía entre el desarrollo humano y la preservación de los recursos naturales y el entorno.

Por ello, en la siguiente imagen se observa la **AGT** en la que incide el **Proyecto:**

Figura III. 21 Ubicación del Proyecto en relación con la AGT del PEDOTDU



En este sentido, se vincula el **Proyecto** la Política de Ordenamiento Territorial de la **AGT** correspondiente:

Tabla III. 45 Vinculación del Proyecto con el PEOTDU

AGT	Política de Uso	Vinculación
Reserva crecimiento TM	La política de Crecimiento tiene como objetivo orientar el crecimiento de los asentamientos humanos en el Estado de Campeche hacia zonas consideradas como reserva territorial y aptas para dicho crecimiento. Esta política busca regular la expansión física de manera planificada, mediante el uso de instrumentos de planeación y ordenamiento territorial de menor escala. Al enfocarse en zonas específicas designadas como reserva territorial, se busca evitar la dispersión y el uso inadecuado del suelo, favoreciendo un desarrollo más sostenible y equilibrado en la región	El **Proyecto** es compatible con lo anterior, ya que se trata de dos líneas de transmisión eléctrica limpia, ya que conectará un parque solar que ya están en evaluación, lo cual quiere decir que se trata de una actividad **sustentable.** Además de que se trata de la prestación del servicio de energía eléctrica limpia que traerá empleos, asegurará el suministro de electricidad y por lo tanto, mejorará las condiciones de vida de la población, sumado al hecho que **favorece a un desarrollo más sostenible y equilibrado de la región, aunado a que no está expresamente prohibida**.

III.12.5. MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE CAMPECHE 2020-2040

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Campeche 2020-2024 (**PMDU de Campeche**), fue publicado en el **POEC** el 14 de diciembre de 2020 en el Periódico Oficial del Estado. La elaboración del proyecto, Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Campeche, pretende establecer un documento técnico normativo, con una amplia visión de gobernanza, que permita establecer objetivos, estrategias y acciones claras para el territorio, donde sea posible desarrollar de manera conjunta la sociedad y gobierno, un Municipio sostenible, con equidad social, ambiental, política y económica para todos.

Las estrategias del **PMDU de Campeche** estarán diseñadas en función del cumplimiento de lo previsualizado en la imagen objetivo. Tendrá como fundamento definir y fortalecer el ordenamiento de los asentamientos humanos en la estructura territorial, procurando en todo momento, estar alineados con los objetivos señalados en los instrumentos de mayor jerarquía estipulados en el capítulo primero, en el Sistema General de Planeación Territorial de la **LGAHOTDU**. Las normas serán la base para regular las actividades humanas en los rubros referentes a: preservación de recursos como suelo, agua, flora, fauna; ordenación de los asentamientos humanos, reglamentación de las actividades industriales; así como a la infraestructura agricultura y turismo, entre otros, debiendo contemplar:

a) Zonificación Primaria: La zonificación primaria del área urbana, urbanizable y no urbanizable abarca zonas de usos y destinos del suelo que se han clasificado de acuerdo con las actividades que se podrán desarrollar en cada una de ellas.

Así, las zonas primarias que conforman el territorio Municipal son las siguientes:

a.a. Áreas No Urbanizables naturales*:* Comprende las superficies de suelo que por sus usos están destinados a la conservación del patrimonio ambiental, cultural, protección de los recursos naturales y zonas de riesgos y vulnerabilidades. En estas áreas, se restringen todos los usos urbanos contenidos en la zonificación secundaria, a excepción de las actividades de protección y conservación:

- o Cuerpos de Agua
- o Áreas Naturales Protegidas.

a.b. Áreas no urbanizables agropecuarias: Se compone de las grandes superficies de suelo integrado por suelos destinados a usos apícolas, agrícolas, pecuario, ganadero, forestal, bienes y servicios ambientales y turismo ecológico de bajo impacto, **así como al establecimiento de infraestructura basada en energía de fuentes renovables:**

- o Suelo de Conservación
- o Suelo de Aprovechamiento sustentable.

a.c. Área Urbanizada: Es la superficie total destinada a consolidar y redensificar, con sus zonas ocupadas por fraccionamientos, unidades habitacionales, colonias, barrios, calles, banquetas, equipamientos, áreas con o sin servicios públicos y todos aquellos elementos urbanos que, en conjunto, dan forma y definen la estructura urbana de la ciudad actual. Se consideran también, las zonas que han ganado centralidades en el corto plazo, así como aquellas que pueden ser intervenidas a través de técnicas de recuperación de suelo, los espacios urbanos deteriorados o no consolidados que han sufrido los efectos de la especulación del suelo y se encuentran desaprovechados:

- o San Francisco de Campeche
- o Localidades interiores del Municipio.

a.d. Área Urbanizable: Se integra por todas las áreas destinadas al crecimiento urbano de la ciudad de San Francisco de Campeche y demás localidades al interior del Municipio, tomando en consideración, el suelo, cuya vocación y aptitud, permitan el establecimiento y desarrollo de actividades que sean compatibles, de acuerdo con las disposiciones normativas vigentes en materia ambiental, ecológica y prevención de riesgos y vulnerabilidades.

- o Crecimiento urbano de la ciudad de
- o San Francisco de Campeche.

b) Zonificación Secundaria: La zonificación secundaria propone una distribución flexible de los usos habitacionales, de servicios, comerciales, turísticos, industriales y equipamientos, cuidando las compatibilidades, con el objeto de acercar los centros de trabajo, abasto, comercio, servicios a las zonas habitacionales. Los requerimientos de suelo para el uso habitacional se definieron a partir de los requerimientos de vivienda en función del nivel socioeconómico de la población y de las proyecciones establecidas en los diferentes plazos.

Los usos de suelo se distribuyen de la siguiente manera:

b.a. Habitacional: La clasificación de las densidades habitacionales, se realizó tomando en cuenta el patrón de lotificación que presenta la ciudad, producto de su dinámica natural de subdivisión. Las superficies mínimas que deberán conservar los lotes en las diferentes densidades se definieron considerando el lote tipo que se presentó en cada una de las zonas. Sin embargo, en la ciudad de Campeche no es posible identificar un área que presente un solo tipo de densidad, ya que la densidad predominante en la ciudad es resultado de la mezcla de éstas.

b.a.1. Habitacional densidad baja H1 : Esta densidad corresponde a las áreas de la ciudad, con lotes mayores de 400 metros cuadrados. En el diagnóstico se identificaron predominantemente. Ocupan una superficie de 733.56 hectáreas.

b.a.2. Habitacional con densidad media H2: Los lotes dentro del rango de esta densidad ocupan 539.19 hectáreas actualmente. En ellas, la densidad podrá ser de 26 a 50 viv/ha neta para vivienda, dependiendo del tamaño del lote, el cual podrá variar de 200 a 399 m2.

Cuando se trate de autorizar lotificaciones de fraccionamientos, la densidad vecinal podrá ser de 18 a 35 viv/ha de fraccionamiento.

La densidad poblacional variará entre 80 y 119 habitantes por hectárea.

b.a.3. Habitacional con densidad alta H3: Los lotes dentro del rango de esta densidad ocupan 658.79 hectáreas. En ellas la densidad podrá ser de 51 a 83 viv/ha neta para vivienda, dependiendo del tamaño del lote, el cual podrá variar de 120 a199 m2. Cuando se trate de autorizar lotificaciones de fraccionamientos la densidad vecinal podrá s r de 36 a 50 viv/ha de fraccionamiento. La densidad poblacional oscila entre 120 y 200 hab/ha.

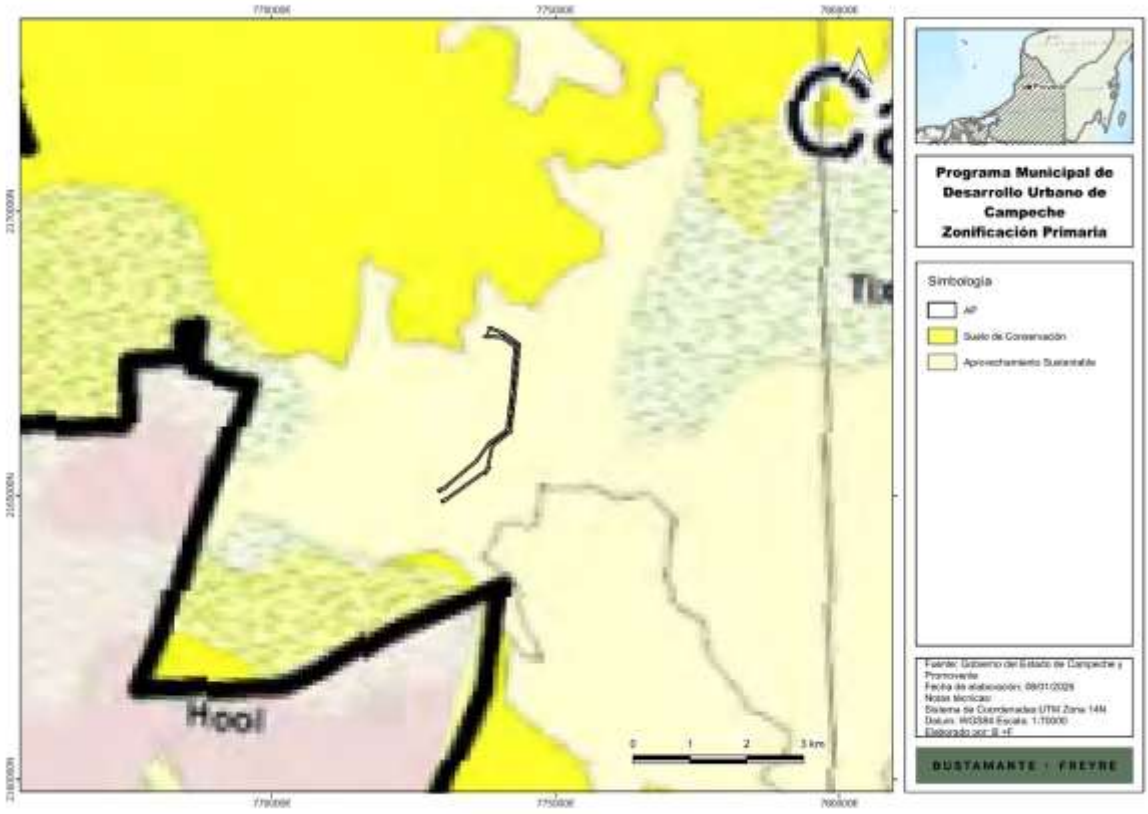
c. Turístico Residencial 1: Ubicados en la zona poniente de la ciudad, ocupan una superficie de 275.30 ha y su intensidad de uso es de dos niveles o 7.2 metros de altura, con el 60% del área libre, su densidad de hasta 30 cuartos/ha o 7 villas turísticas de cuatro cuartos máximo cada una, con superficies mínimas de predio de 1000 m2.

d) Turístico Residencial 2*:* Estos usos se ubican en el poniente de la ciudad, en las zonas de crecimiento futuro, abarcan una superficie de 85.35 ha. Se les asigna una intensidad de uso de tres niveles o 10.8 metros de altura, con 60% del área libre, con una densidad de hasta 48 cuartos/ha, o 12 villas turísticas de cuatro cuartos máximo cada una, deberán mantener una superficie mínima por predio de 600 m2.

Ello, entre otros usos de suelo de zonificación secundaria que se describen en el **PMDU de Campeche.**

Para mayor claridad, a continuación, se insertan las siguientes imágenes sobre la ubicación del **Proyecto** en relación con la zonificación primaria y secundaria del **PMDU de Campeche**:

Figura III. 22 Ubicación del Proyecto en relación con la zonificación Primaria del PMDU de Campeche



Como puede observar esa H. Dirección el **Proyecto** incide en la Zonificación Primaria, Áreas no urbanizables agropecuarias, subzonificación de Suelo de Conservación y Suelo de Aprovechamiento sustentable.

A continuación, se realiza la vinculación del **Proyecto** con los usos de suelo del **PMDU de Campeche** (zonificación primaria) que le resultan aplicables:

Tabla III. 46 Vinculación del Proyecto con los Usos de suelo del PMDU de Campeche

USO DE SUELO APLICABLE AL PROYECTO	SUBZONIFICACIÓN	USOS PERMITIDOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Áreas no urbanizables agropecuarias	Suelo de Conservación y Aprovechamiento sustentable	Se compone de las grandes superficies de suelo integrado por suelos destinados a usos apícolas, agrícolas, pecuario, ganadero, forestal, bienes y servicios ambientales y turismo ecológico de bajo impacto, **así como al establecimiento de infraestructura basada en energía de fuentes renovables:**	El **Proyecto** incide en la subzonificación de Aprovechamiento Sustentable por lo que es compatible con el **PMDU de Campeche,** ya que permite el establecimiento de **infraestructura basada en energía de fuentes renovables, como las dos líneas de transmisión de energía limpia.** Es decir, en la especie, el **Proyecto** se trata de dos líneas de transmisión eléctrica limpia o renovable, que conectarán con un parque solar que ya están en evaluación de impacto ambiental ante esa H. Dirección denominado (La Alegría Solar) Por lo tanto, el **Proyecto es** de infraestructura energética y transmitirá electricidad limpia o renovable.[35]

CONCLUSIÓN GENERAL

Del análisis realizado a los instrumentos jurídicos aplicables al **Proyecto**, así como al territorio en el que éste se pretende instalar, se identifica que es compatible con ellos y se ajusta a los planes y programas de corte urbano y ecológico aplicables en la zona de interés, ya que se trata de dos líneas de transmisión eléctrica limpia que no generará **GEI** y por el contrario se trata de un **Proyecto** totalmente sustentable, que contribuye a la transición energética, se trata de una medida de mitigación del cambio climático y que además generará empleo. Por lo tanto, se trata de un **Proyecto** que encuentra un punto de equilibrio entre el desarrollo económico y el medio ambiente, por lo cual es compatible con los objetivos del Estado mexicano.

En el caso concreto, el **Proyecto** al ser dos líneas de transmisión eléctricas aisladas, que conectarán un parque solar que genera energía eléctrica mediante la captación de la radiación solar, con paneles solares es una energía renovable o limpia, a la cual el gobierno federal se comprometió impulsar, a nivel Federal, Estatal y Municipal.

En el punto 10 de los 4 ejes del **PND** se indica que se busca una República soberana y con energía sustentable, para lo cual se llevará a cabo:

- Fortalecimiento de Pemex y CFE como empresas del Estado. ▪
- La producción de Pemex priorizará el consumo nacional.
- CFE garantizará el 54% de la generación eléctrica.
- **Impulso a energías renovables.**
- Programade paneles solares para viviendas en el norte del país.

[35] El **PMDU de Campeche** define: "*Infraestructura urbana. Intervención pública o privada cuya finalidad es habilitar el suelo para uso urbano, que sirve de soporte para el desarrollo de las actividades y su funcionamiento, necesaria para la organización estructural de la ciudad, entre las que se cuentan **la infraestructura** vial y de transporte, **energética** y sanitaria, entre otras.*"

- Aumento de producción nacional de petroquímicos y fertilizantes.

En el caso concreto, el **Proyecto** al ser un parque solar que transmite energía eléctrica limpia o renovable, a la cual el gobierno federal se comprometió impulsar. Es compatible y factible.

Acuses

Anexo_III_ 3.1. Acuse de presentación de EvIS
Anexo_III_ 3.2. Título de la CRE
Anexo _III_3.3 Resolución de la CRE.
Anexo_III_3.4. Confirmación CONAGUA.

Documento Técnico Unificado (DTU)
Modalidad B – Regional

PROYECTO:

“LÍNEA DE TRANSMISIÓN NORTE LA ALEGRÍA SOLAR”

PROMOVENTE:

“SUNSTONE POWER 2, S. DE R.L. DE C.V.”

Sunstone Power

CAPITULO IV
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

PREPARADO PARA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Campeche, Campeche

Enero, 2026

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Índice

IV. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región 10
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto 10
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional 13
IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR 14
IV.3.1. Medio abiótico 14
IV.3.2. Medio biótico 53
IV.3.3. Medio socioeconómico 198
IV.3.4. Paisaje 203
IV.4. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riego por el cambio de uso del suelo propuesto 209
IV.4.1. Protección y recuperación de suelos 209
IV.4.2. Provisión de agua en calidad y cantidad 223
IV.4.3. Captura de carbono 229
IV.4.4. Generación de oxígeno 231
IV.5. Diagnóstico ambiental 232

Índice de figuras

Figura IV.1. Área de Influencia delimitado para el Proyecto. 11
Figura IV.2. Sistema ambiental regional delimitado para el Proyecto. 13
Figura IV.3. Distribución de tipos de climas en el SAR, AI y AP. 15
Figura IV.4. Comportamiento de la velocidad del viento por mes. 19
Figura IV.5. Nivel de riesgo por heladas en el SAR, AI y AP. 20
Figura IV.6. Nivel de riesgo por ciclones en el SAR, AI y AP. 21
Figura IV.7. Nivel de peligro por granizo en el SAR. 22
Figura IV.8. Nivel de peligro por sequía en el SAR, AI y AP. 23
Figura IV.9. Vulnerabilidad a inundaciones. 24
Figura IV.10. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas. 25
Figura IV.11. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las subprovincias fisiográficas. 26
Figura IV.12. Topoformas presentes en el SAR, AI y AP. 27
Figura IV.13. Gradiente altitudinal del SAR, AI y AP. 28
Figura IV.14. Rango de pendientes en el SAR, AI y AP. 29
Figura IV.15. Ubicación de fallas y fracturas en el SAR, AI y AP. 30
Figura IV.16. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la Regionalización Sísmica de México. 31
Figura IV.17. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el SAR, AI y AP. 32

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.18. Nivel de peligro por inundaciones en el SAR, AI y AP. 33
Figura IV.19. Tipos de suelo presentes en el SAR, AI y AP. 34
Figura IV.20. Tipos de suelo presentes en el AI y AP. 35
Figura IV.21. Clases de erosión presentes en el SAR, AI y AP. 38
Figura IV.22. Degradación de suelos en el SAR, AI y AP. 39
Figura IV.23. Unidades litoestratigráficas presentes en el SAR, AI y AP. 40
Figura IV.24. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las regiones hidrográficas. 41
Figura IV.25. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las cuencas. 42
Figura IV.26. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las subcuencas hidrológicas. 43
Figura IV.27. Ubicación del SAR con respecto a las microcuencas. 44
Figura IV.28. Hidrología superficial del SAR, AI y AP. 45
Figura IV.29. Hidrología superficial del SAR, AI y AP por orden. 46
Figura IV.30. Hidrología superficial del AP. 47
Figura IV.31. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a los humedales. 48
Figura IV.32. Ubicación del SAR con respecto a los acuíferos. 49
Figura IV.33. Sitios de monitoreo de la calidad del agua subterránea en el SAR, AI o AP. 51
Figura IV.34. Uso de suelo y vegetación presente en el SAR, de acuerdo con el INEGI. 54
Figura IV.35. Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del AP. 56
Figura IV.36. Condiciones agrícolas en el AP. 58
Figura IV.37. Condiciones de vegetación de la vegetación secundaria arbórea selva mediana subcaducifolia en el AP. 60
Figura IV.38. Forma y arreglo de los sitios de muestreo del inventario florístico y dasométrico. 63
Figura IV.39. Ubicación de los sitios de muestreo de flora del SAR y AI. 68
Figura IV.40. Ubicación de los sitios de muestreo de flora del AP. 69
Figura IV.41. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo. 76
Figura IV.42. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo. 78
Figura IV.43. Curva de acumulación de especies para el estrato Palmas. 80
Figura IV.44. Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo. 82
Figura IV.45. Diversidad expresada en riqueza de especies en el AP. 83
Figura IV.46. Distribución de especies de las principales familias en el AP. 83
Figura IV.47. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo del AI. 99
Figura IV.48. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo del AI. 102
Figura IV.49. Curva de acumulación de especies para el estrato palmas del AI. 103

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.50. Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo del AI. 105
Figura IV.51. Diversidad expresada en riqueza de especies del AI. 106
Figura IV.52. Distribución de especies por familias del AI. 106
Figura IV.53. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo del SAR. 122
Figura IV.54. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo del SAR. 124
Figura IV.55. Curva de acumulación de especies para el estrato epífitas del SAR. 126
Figura IV.56. Curva de acumulación de especies para el estrato palmas del SAR. 127
Figura IV.57. Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo del SAR. 129
Figura IV.58. Diversidad expresada en riqueza de especies del SAR. 130
Figura IV.59. Distribución de especies por familias del SAR. 131
Figura IV.60. Representación esquemática de la técnica monitoreo para avifauna en transecto. 154
Figura IV.61. Monitoreo de avifauna. 155
Figura IV.62. Curva de Acumulación de Especies a nivel Área del Proyecto para la avifauna. 170
Figura IV.63. Curva de Acumulación de Especies de mastofauna del área del proyecto. 177
Figura IV.64. Curva de Acumulación de Especies de Quirópteros en el área de proyecto. 183
Figura IV.65. Curva de Acumulación de Especies de herpetofauna en el área de proyecto. 187
Figura IV.66. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a corredores biológicos. 197
Figura IV.67. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a corredores bioclimáticos. 198
Figura IV.68. Pirámide poblacional, composición por edad y sexo. 200
Figura IV.69. Disponibilidad de bienes y servicios. 201
Figura IV.70. Población económicamente activa. 202
Figura IV.71. Población no económicamente activa. 202
Figura IV.72. Regionalización Nacional de factor R (Becerra, 1997). 212

Índice de tablas

Tabla IV.1. Superficies del área de estudio. 13
Tabla IV.2. Estaciones climatológicas próximas al SAR. 16
Tabla IV.3. Temperatura media mensual. 16
Tabla IV.4. Comportamiento de la temperatura. 17
Tabla IV.5. Precipitación anual. 17
Tabla IV.6. Comportamiento de la precipitación. 17
Tabla IV.7. Superficie por topoforma en el SAR, AI y AP. 28
Tabla IV.8. Superficie por tipo de suelo y textura en el SAR, AI y AP. 35

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.9. Escurrimientos con longitud por orden, condición y coordenadas (UTM zona 15N). 47
Tabla IV.10. Situación de los acuíferos en los cuales inciden el SAR, AI y AP. 49
Tabla IV.11. Parámetros de calidad del agua subterránea. 50
Tabla IV.12. Toneladas de contaminantes criterio emitidos por municipio presente en el SAR, AI y AP..... 52
Tabla IV.13. Toneladas de contaminantes criterio por tipo de fuente y municipio. 52
Tabla IV.14. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI. 53
Tabla IV.15. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo. 55
Tabla IV.16. Coordenadas de los sitios de muestreo de estrato arbóreo, palmas y epífitas. 66
Tabla IV.17. Coordenadas de los sitios de muestreo de estrato arbustivo. 67
Tabla IV.18. Coordenadas de los sitios de muestreo del estrato herbáceo. 67
Tabla IV.19. Descriptores fitosociológicos utilizados para caracterización de la estructura horizontal de la vegetación. 73
Tabla IV.20. Matriz de frecuencias de especies por sitio del muestreo para el estrato arbóreo. 73
Tabla IV.21. Estimadores de suficiencia de muestreo para el estrato arbóreo. 75
Tabla IV.22. Matriz de frecuencias de especies por sitio de muestreo para el estrato arbustivo. 76
Tabla IV.23. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato arbustivo. 77
Tabla IV.24. Matriz de frecuencias de especies de la muestra para el estrato palmas..... 79
Tabla IV.25. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato palmas. 79
Tabla IV.26. Matriz de frecuencias de especies por sitio del muestreo para el estrato herbáceo. 80
Tabla IV.27. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato herbáceo. 81
Tabla IV.28. Listado taxonómico florístico a nivel del Área del Proyecto encontrado en el muestreo. 85
Tabla IV.29. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo. 89
Tabla IV.30. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo. 91
Tabla IV.31. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo. 92
Tabla IV.32. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo. 93
Tabla IV.33. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo. 94
Tabla IV.34. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo. 95
Tabla IV.35. Índice de Valor de Importancia para estrato herbáceo. 95
Tabla IV.36. Índice de Shannon-Wiener para estrato herbáceo. 96
Tabla IV.37. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para estrato herbáceo. 97
Tabla IV.38. Matriz de frecuencias de especies por sitio del muestreo para el estrato arbóreo del AI. 97
Tabla IV.39. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato arbóreo. 99
Tabla IV.40. Matriz de frecuencias de especies por sitio de muestreo del estrato arbustivo del AI. 100

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.41. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato arbustivo del AI. 101
Tabla IV.42. Matriz de frecuencias por sitio de muestreo para el estrato de palmas del AI. 102
Tabla IV.43. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato de palmas del AI. 103
Tabla IV.44. Matriz de frecuencias de especies por sitio de muestreo para el estrato herbáceo del AI. 104
Tabla IV.45. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato herbáceo del AI. 104
Tabla IV.46. Listado taxonómico florístico a nivel del Área de Influencia encontrado en el muestreo. 108
Tabla IV.47. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo del AI. 112
Tabla IV.48. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo del AI. 114
Tabla IV.49. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo del AI. 115
Tabla IV.50. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo del AI. 116
Tabla IV.51. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo del AI. 117
Tabla IV.52. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo del AI. 118
Tabla IV.53. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo del AI. 118
Tabla IV.54. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo del AI. 119
Tabla IV.55. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo. 119
Tabla IV.56. Matriz de frecuencias de especies por sitio del muestreo para el estrato arbóreo del SAR. 120
Tabla IV.57. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato arbóreo del SAR. 122
Tabla IV.58. Matriz de frecuencias de especies por sitio de muestreo del estrato arbustivo del SAR. 123
Tabla IV.59. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato arbustivo del SAR. 124
Tabla IV.60. Matriz de frecuencias por sitio de muestreo para el estrato de epífitas del SAR. 125
Tabla IV.61. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato de epífitas del SAR. 125
Tabla IV.62. Matriz de frecuencias por sitio de muestreo para el estrato de palmas del SAR. 126
Tabla IV.63. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato de palmas del SAR. 127
Tabla IV.64. Matriz de frecuencias de especies por sitio de muestreo para el estrato herbáceo. 128
Tabla IV.65. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato herbáceo del SAR. 128
Tabla IV.66. Listado taxonómico florístico a nivel del SAR encontrado en el muestreo. 132
Tabla IV.67. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo del SAR. 137
Tabla IV.68. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo del SAR. 139
Tabla IV.69. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo del SAR. 141
Tabla IV.70. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo del SAR. 141
Tabla IV.71. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo del SAR. 142
Tabla IV.72. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo del SAR. 143
Tabla IV.73. Índice de Valor de Importancia para el estrato de epífitas del SAR. 143

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.74. Índice de Shannon-Wiener para el estrato de epífitas del SAR. 144
Tabla IV.75. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para epífitas del SAR. 144
Tabla IV.76. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo del SAR. 145
Tabla IV.77. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo del SAR. 146
Tabla IV.78. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo del SAR. 146
Tabla IV.79. Listado de especies de flora registradas bibliográficamente en el SAR, AI y AP. 148
Tabla IV.80. Coordenadas UTM de los transectos de muestreo de avifauna. 155
Tabla IV.81. Matriz de frecuencias de especies por día muestreados para la avifauna. 169
Tabla IV.82. Estimadores de suficiencia del muestreo de avifauna para el área del proyecto. 170
Tabla IV.83. Abundancia relativa por especie de la avifauna. 171
Tabla IV.84. Lista de especies de aves registradas en el AP. 172
Tabla IV.85. Índice de Shannon-Wiener para aves. 174
Tabla IV.86. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para la avifauna. 175
Tabla IV.87. Número de especies encontradas para la clase Aves por transecto. 176
Tabla IV.88. Matriz de frecuencias de especies por día muestreado de la mastofauna. 176
Tabla IV.89. Estimadores de suficiencia del muestreo de la mastofauna del área del proyecto. 177
Tabla IV.90. Abundancia Relativa para el grupo de mamíferos. 179
Tabla IV.91. Lista taxonómica de la mastofauna. 179
Tabla IV.92. Índice de Shannon-Wiener para la mastofauna. 180
Tabla IV.93. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para la mastofauna. 180
Tabla IV.94. Matriz de frecuencias de especies por día de Quirópteros en el área del proyecto. 182
Tabla IV.95. Estimadores de suficiencia del muestreo de quirópteros del área del proyecto. 183
Tabla IV.96. Abundancia Relativa para el grupo de quirópteros. 184
Tabla IV.97. Lista taxonómica de la herpetofauna. 184
Tabla IV.98. Índice de Shannon-Wiener para el grupo de quirópteros. 185
Tabla IV.99. Parámetros asociados al Índice de Shannon-Wiener para quirópteros. 185
Tabla IV.100. Matriz de frecuencias de especies por día de Herpetofauna en el área del proyecto. 186
Tabla IV.101. Estimadores de suficiencia del muestreo de herpetofauna del área del proyecto. 186
Tabla IV.102. Abundancia Relativa para el grupo de herpetofauna. 187
Tabla IV.103. Lista taxonómica de la herpetofauna. 188
Tabla IV.104. Índice de Shannon-Wiener para el grupo de herpetofauna. 189
Tabla IV.105. Parámetros asociados al Índice de Shannon-Wiener para la herpetofauna. 189
Tabla IV.106. Riqueza de especies registradas bibliográficamente. 190

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.107. Listado bibliográfico de especies de fauna registradas en el SAR, AI y AP. 192

Tabla IV.108. Información demográfica. 200

Tabla IV.109. Datos de migración. 203

Tabla IV.110. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para el SAR, AI y AP. 204

Tabla IV.111. Escala de referencia utilizada para determinar la calidad visual. 206

Tabla IV.112. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV. 207

Tabla IV.113. Escala de referencia CAV. 208

Tabla IV.114. Ecuaciones regionalizadas para la República Mexicana (Becerra, 1997). 212

Tabla IV.115. Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB. 213

Tabla IV.116. Factor para vegetación y/o uso de suelo (Montes-León *et al*, 2011). 216

Tabla IV.117. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015). 217

Tabla IV.118. Clasificación de erosión hídrica. 218

Tabla IV.119. Resultados de la estimación de la erosión hídrica en el SAR, AI y AP en condiciones actuales. 219

Tabla IV.120. Resultados de la estimación de la erosión hídrica en el AP con Proyecto y sin considerar medidas. 219

Tabla IV.121. Fases y texturas de suelos. 221

Tabla IV.122. Valores de CAUSO por tipo de vegetación**.** 221

Tabla IV.123. Clases de degradación de suelos. 222

Tabla IV.124. Resultados de la estimación de la erosión eólica en el SAR, AI y AP en condiciones actuales. 222

Tabla IV.125. Resultados de la estimación de la erosión eólica en el AP en condiciones con Proyecto y sin medidas. 223

Tabla IV.126. Valores del parámetro K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB), para diferentes tipos de suelo. 226

Tabla IV.127. Valores del parámetro K (modificado por Cruz-Falcón 2007), para diferentes tipos y uso de suelo. NOM-011-CNA-2015. 227

Tabla IV.128. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015). 227

Tabla IV.129. Resultados del balance hídrico en el SAR y AI. 229

Tabla IV.130. Resultados del balance hídrico en el AP. 229

Tabla IV.131. Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México. 230

Tabla IV.132. Carbono almacenado en diferentes tipos de cultivo. 230

Tabla IV.133. Resultados de la estimación de captura de carbono en el SAR, AI y AP. 231

Tabla IV.134. Resultados de la estimación de generación de oxígeno en el SAR, AI y AP. 232

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.135. Indicadores de calidad ambiental. 233

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región

El capítulo IV de **DTU** tiene como objetivo describir y analizar de forma integral el **área de estudio** conformado por el Sistema Ambiental Regional (**SAR**), Área de Influencia (**AI**) y Área del Proyecto (**AP**) desde el punto de vista ecosistémico. Para ello, se delimita el **SAR** tomando una serie de criterios técnicos y normativos.

Posteriormente, se caracteriza y analiza tanto el **SAR** como el **AI** considerando la biodiversidad, distribución y amplitud de los componentes del paisaje y la composición de los ecosistemas (unidades climáticas, patrones hidrológicos y vegetación, según sea el caso) que por su fragilidad, vulnerabilidad e importancia en su estructura pudieran verse afectados en el momento de ejecutar el Proyecto.

IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

Para poder llevar a cabo la delimitación del **SAR**, el primer paso fue delimitar el área de influencia del **Proyecto**.

La delimitación del **AI** se realiza con la finalidad de que los elementos abióticos y bióticos, que puedan tener alguna interacción con las obras y actividades del **Proyecto,** sean analizados. Tomando en cuenta lo anterior, el **AI** se determinó tomando como base las características de las obras y actividades que forman parte del **Proyecto** considerándose sus alcances y su naturaleza. Para determinar el área de influencia, entendida como la zona en la cual las interacciones entre **Proyecto**-ambiente son más estrechas, se tomó en cuenta el alcance de los impactos más relevantes para el tipo de **Proyecto**, por ejemplo, aquellos impactos que tienen un alcance fuera del área del **Proyecto** son las afectaciones a la avifauna, a la calidad del aire por la dispersión de polvos, emisiones de vehículos y maquinaria. Por lo tanto, dicho **AI** fue delimitado mediante los siguientes criterios:

- Usos de suelo y vegetación: considerar los usos de suelo es importante dado que permite identificar las áreas con las cuales presentará interacción el Proyecto, específicamente con las coberturas vegetales predominantes, como la vegetación de selva, pastizales y áreas agrícolas. Para lo cual es importante considerar tanto la cartografía de uso de suelo y vegetación del INEGI, pero contrastarla con imágenes satelitales, de esta manera el análisis de esta información garantiza que la delimitación del **AI** sea técnicamente precisa y esté alineada con las condiciones reales del terreno.
- Vialidades: en el caso de las carreteras, vías férreas y caminos principales fueron consideradas como barreras físicas que limitan la propagación de los impactos directos e indirectos del Proyecto, tales como cambios en el uso del suelo, ruido, generación de polvos y afectaciones a la flora y fauna. Estas infraestructuras actúan como delimitantes geográficos naturales, definiendo el alcance de las interacciones

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

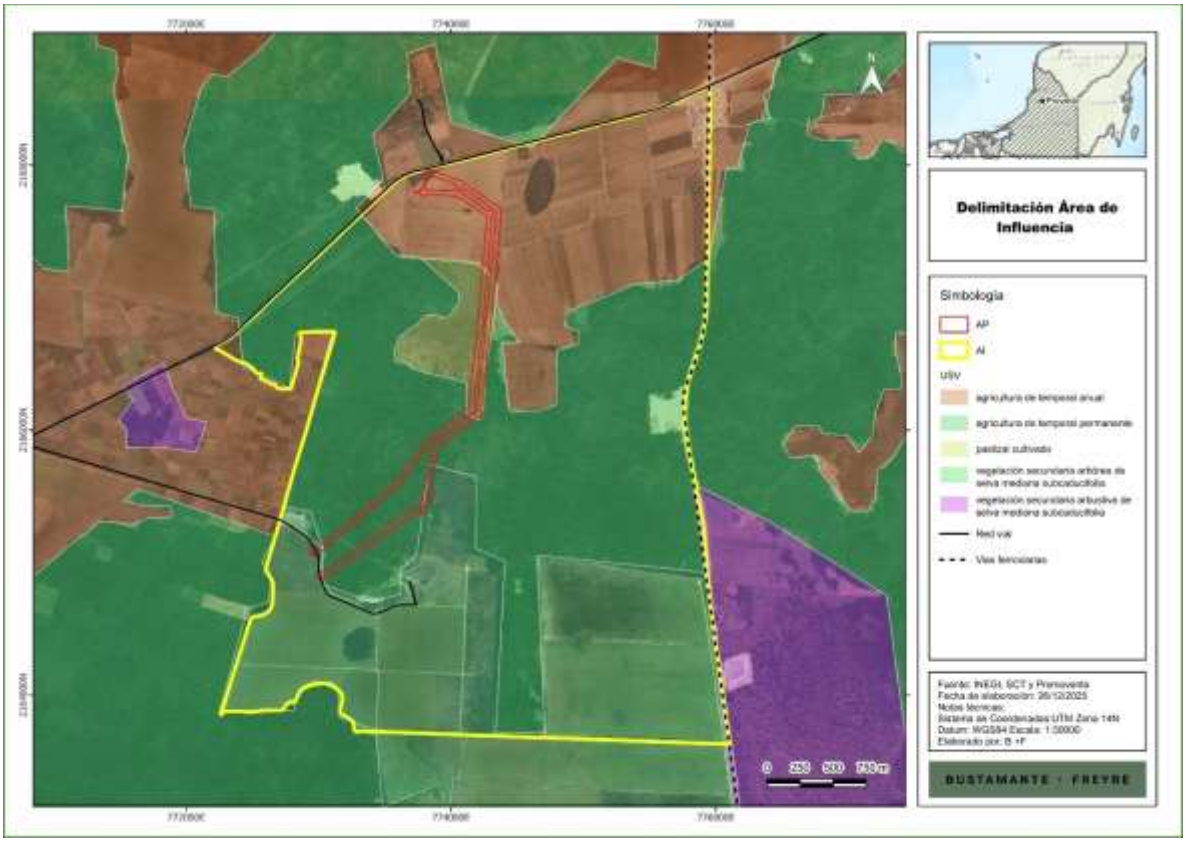
del Proyecto con el entorno inmediato y reduciendo la extensión de los efectos hacia áreas colindantes.

Con estos criterios la delimitación del área de influencia se fundamenta en un enfoque técnico que combina la información proporcionada por usos de suelo y vegetación, así como las barreras físicas existentes, como las carreteras, caminos y vías férreas. Este enfoque asegura que el área de influencia refleje con precisión la interacción del Proyecto con su entorno, optimizando la evaluación de impactos y las medidas de mitigación necesarias. Por lo tanto, el **AI** quedó delimitado de la siguiente manera:

- Al norte: se delimitó por la carretera federal número 188 tramo Hool - Campeche China.
- Al este: continua por vías de ferrocarril.
- Al sur: el **AI** continúa por una brecha de terracería que divide parcelas, así como por la frontera entre áreas de pastizales-agricultura con áreas de selva.
- Oeste: límite entre áreas de pastizales-agricultura con áreas de selva.

El **AI** delimitado presenta una superficie de 1,393.924 ha, este se muestra en la siguiente figura.

Figura IV.1. Área de Influencia delimitado para el Proyecto.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En seguida se delimitó el polígono del **Sistema Ambiental Regional**, el **SAR** comprende un espacio finito delimitado con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región en donde pretende establecerse el **Proyecto** de interés. Para su delimitación pueden considerarse cuencas, subcuencas o microcuencas en donde se ubicará el **Proyecto**, deben considerarse además de la superficie en donde se ubicará el **Proyecto**, también las características de las obras y actividades que se realizarán en todas las etapas, así como el **AI**.

En este sentido, el **SAR** del **Proyecto** se generó mediante la combinación de diferentes criterios, tomando las microcuencas como unidad ambiental base. Las microcuencas son unidades hidrográficas de dimensiones menores a las de una subcuenca, delimitadas por las partes más altas (parteaguas líneas divisorias de aguas) cuyas aguas superficiales drenan hacia una vertiente principal. Por su naturaleza, las microcuencas comprenden un ámbito geográfico, hidrográfico, económico, social y ambiental, en el que ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente). De esta manera, una acción ligada al uso y manejo de la tierra que se realice en la microcuenca normalmente presenta un impacto medible a corto o mediano plazo, ya sea positivo o negativo, sobre la recuperación o deterioro del suelo, el balance de biomasa y la cobertura vegetal, la cantidad y calidad del agua, la fauna, entre otras variables importantes para la sostenibilidad (FAO, s/a).

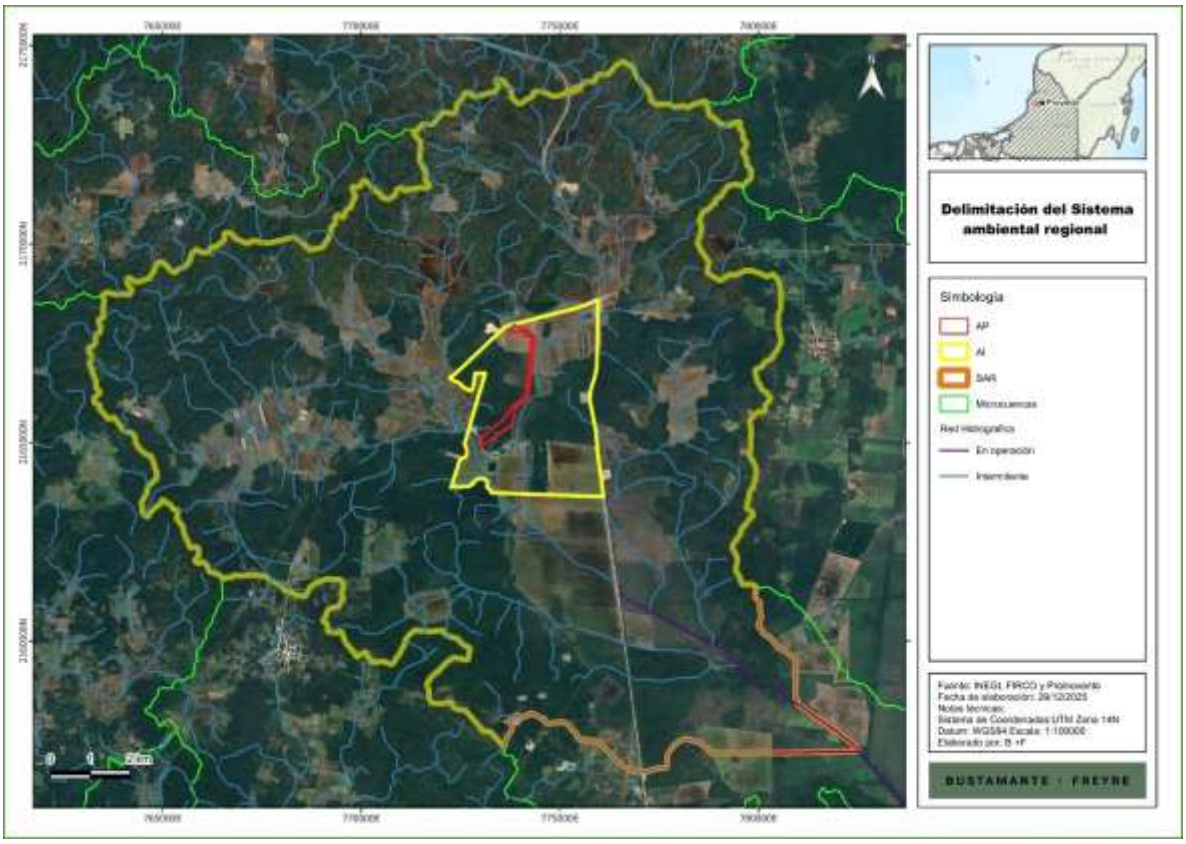
De esta manera, para la delimitación del **SAR** se consideró la siguiente información vectorial tomada de fuentes oficiales:

- Microcuencas del Programa Nacional de Microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido de 2007 (FIRCO).
- Red hidrográfica escala 1:50,000 del Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrográficas.
- Imagen satelital de Google Earth.

De acuerdo con la información anterior, se determinó que el **AP** y su **AI** se encuentran inmersas en la microcuenca de nombre Tixmucuy; posteriormente con el objetivo de obtener un polígono de menores dimensiones y menor heterogeneidad que resultará más acorde al **Proyecto** y **AI** delimitados, específicamente en su zona sureste se integraron escurrimientos superficiales para realizar un corte a la microcuenca en dicha zona por el curso de 3 escurrimientos, como se observa en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.2. Sistema ambiental regional delimitado para el Proyecto.



De acuerdo con lo descrito anteriormente, el **SAR** delimitado presenta una superficie de 20,224.735 ha. En la siguiente tabla se resumen las superficies del **AP**, **AI** y **SAR**.

Tabla IV.1. Superficies del área de estudio.

Tipo	Superficies (ha)
Área del Proyecto	29.266
Área de influencia	1,393.924
Sistema Ambiental Regional	20,224.735

En el **Anexo IV.1** se incluyen los archivos kml y shapefile del **SAR** y **AI.**

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

La caracterización del medio físico se hizo a través de un análisis documental y cartográfico elaborado con base en información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (**INEGI**[1]), así como de diversas dependencias gubernamentales. Los aspectos del medio

[1] http://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

biótico se describieron con base en los trabajos de campo realizados en el **SAR, AI** y **AP,** complementándose con información del **INEGI** y la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**), como fuentes principales. Los aspectos del medio socioeconómico se caracterizaron a nivel municipal con la información del último censo del **INEGI** (2020) así como los estudios de marginación elaborados por el Consejo Nacional de Población (**CONAPO**)[2].

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

IV.3.1. Medio abiótico

IV.3.1.1. Clima

El clima es la interacción de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un área de la superficie terrestre o, también, es un conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una determinada región. Entre los componentes del clima destacan la temperatura, la presión atmosférica, la humedad, el viento y la precipitación. Los factores que modifican estos componentes son la latitud, el relieve e, incluso, las corrientes oceánicas.

Las variables ambientales hacen muy complejo establecer una clasificación de los climas del mundo. Con base en la clasificación de Köppen, los climas se dividen en seis grandes grupos basados en los niveles de temperatura y aridez. Para su clasificación se utilizan cuatro grupos o unidades: clima cálido, clima frío, clima seco y clima templado. Estos a su vez, dependiendo de la humedad, son clasificados de forma general como húmedo, subhúmedo, semiseco y seco.

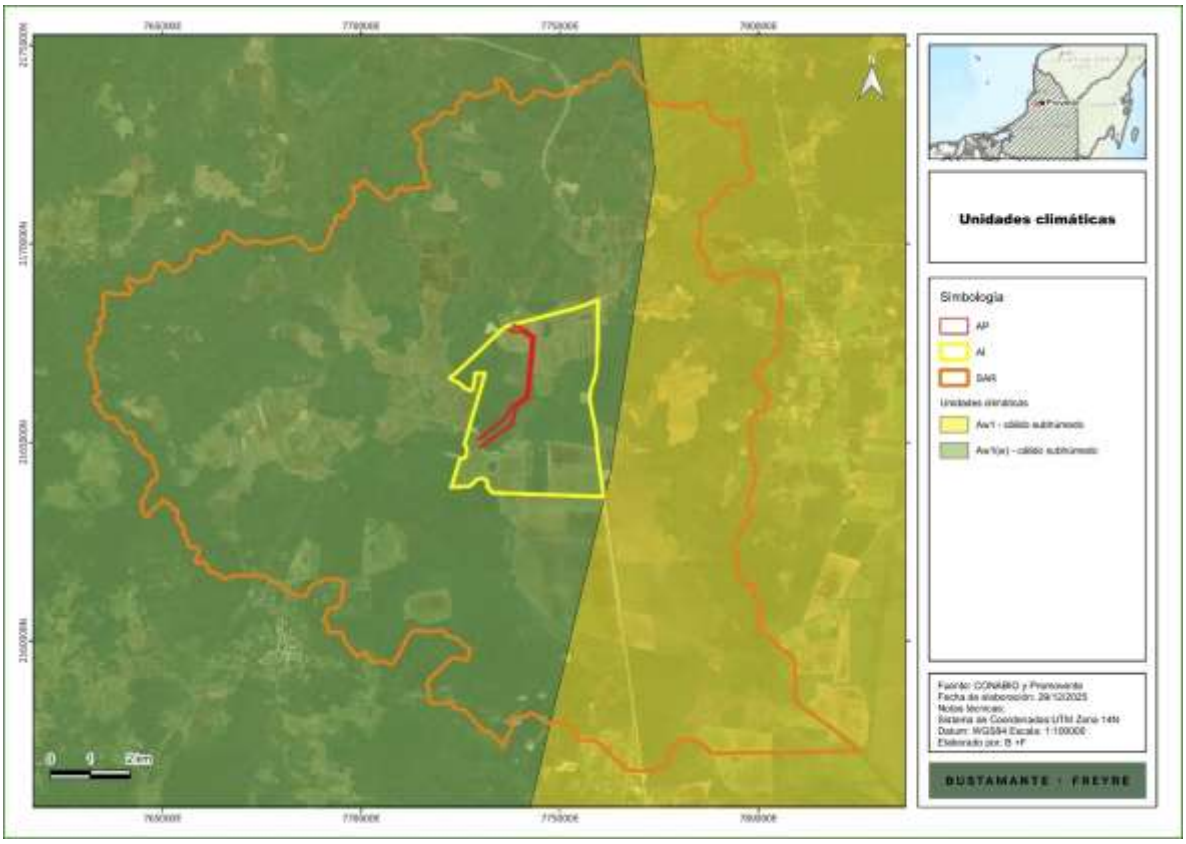
México utiliza un sistema de climas basado en la clasificación de Köppen, con las modificaciones que realizó E. García en 1964 para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional[3] y, posteriormente, para el **INEGI** en 1980.

Como se muestra en la siguiente tabla y figura, de acuerdo con esta clasificación, en el **SAR, AI** y **AP** se presenta una sola clase de clima: cálido subhúmedo, como se muestra en la siguiente figura.

[2] http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones
[3] http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.3. Distribución de tipos de climas en el SAR, AI y AP.



El clima cálido subhúmedo tiene una temperatura media anual por encima de los 22°C, con una temperatura del mes más frío de 18°C, y suele presentar poca oscilación térmica durante el día, sin embargo, tiene una estación de lluvias definida comúnmente en los meses de verano con una temperatura de 22 C aproximadamente, y una temporada invernal seca con una temperatura mayor a los 18 C (Servicio Meteorológico Nacional, 2021).

La humedad relativa en este clima por lo general oscila entre 60 y 99% a lo largo del año, el verano es la temporada más húmeda y el invierno la más seca, la precipitación pluvial que suele ser mayor a los 800 mm anuales. La precipitación del mes más seco es menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de luvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Para realizar un análisis detallado de las condiciones meteorológicas del área de estudio, se llevó a cabo el análisis de la información la Red de Estaciones Climatológicas de la **CONAGUA** (2024), de la revisión realizada se identificó una estación dentro del **SAR**, denominada Hool, la cual presenta datos para el periodo de 1991 a 2020. Los datos de identificación de dicha estación se muestran en la siguiente tabla.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.2. Estaciones climatológicas próximas al SAR.

Nombre	Número	Estado	Municipio	Lat	Lon	Alt (msnm)	Periodo
Hool	4012	Campeche	Champotón	19.5125	-90.41083333	25	1991-2020

Con el registro de información de las estaciones, se realizó una síntesis de las variables climatológicas de temperatura y precipitación, obteniendo la siguiente información.

- **Temperatura**

Como se puede observar en la siguiente tabla y figura, la temperatura promedio indicada por la estación consultada es de 26 °C, con una temperatura mínima de 19.3°C y una máxima de 32.8 °C.

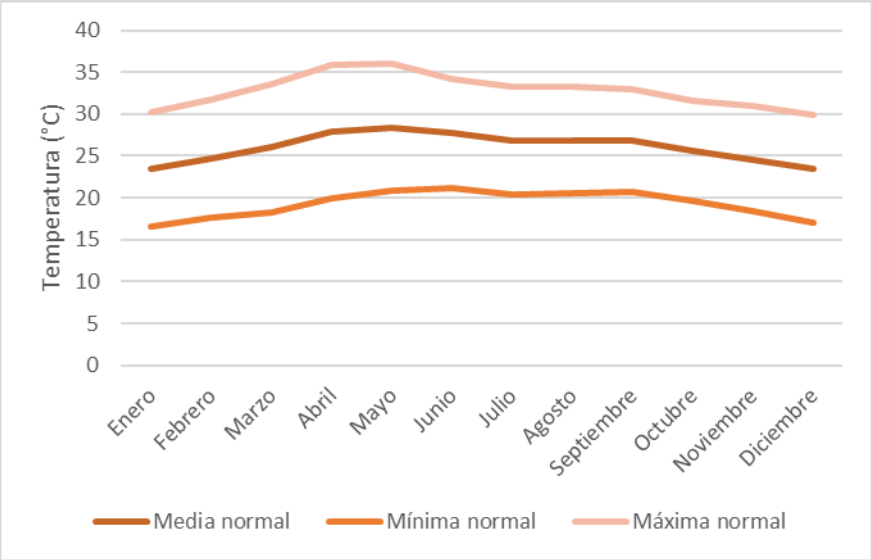
Tabla IV.3. Temperatura media mensual.

Mes	Temperatura (°C)		
	Media normal	Mínima normal	Máxima normal
Enero	23.4	16.6	30.2
Febrero	24.7	17.7	31.7
Marzo	26	18.3	33.6
Abril	27.9	19.9	35.9
Mayo	28.4	20.8	36
Junio	27.7	21.2	34.2
Julio	26.8	20.4	33.2
Agosto	26.8	20.5	33.2
Septiembre	26.8	20.7	32.9
Octubre	25.6	19.6	31.6
Noviembre	24.6	18.4	30.9
Diciembre	23.5	17.1	29.9
Promedio	**26.0**	**19.3**	**32.8**

Como se observa en la siguiente figura las temperaturas más altas se dan en los meses de abril a junio en las cuales se tiene una normal de hasta 28.4°C con una máxima de 36 °C; mientras que, los meses más fríos son diciembre y enero con una temperatura de alrededor de 23 °C.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.4. Comportamiento de la temperatura.



- **Precipitación**

Conforme a los datos de la estación consultada y como se muestra en la siguiente tabla y figura, la precipitación total anual es de 1323 mm, como se muestra en la siguiente tabla.

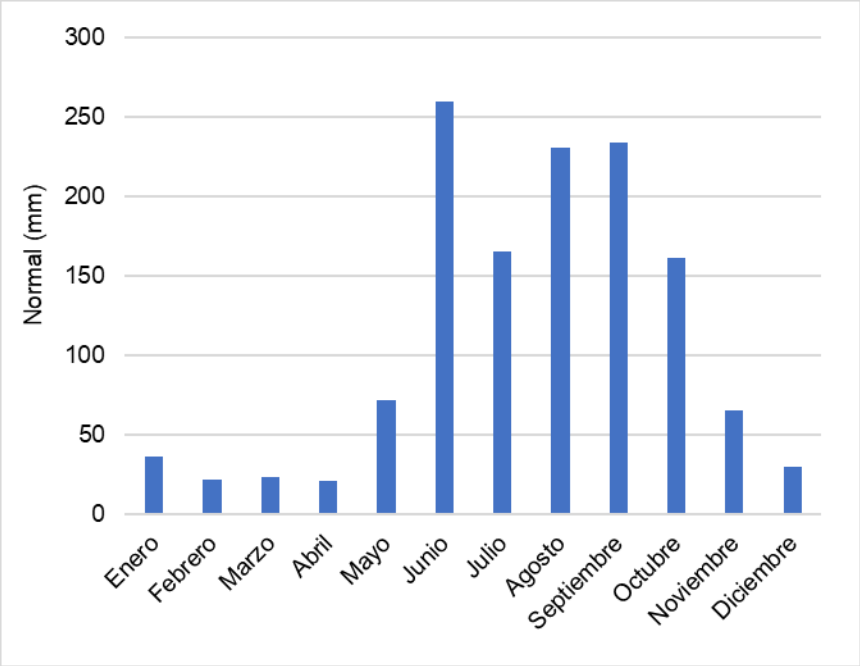
Tabla IV.5. Precipitación anual.

Mes	Precipitación (mm)		
	Normal	Máxima mensual	Diaria
Enero	36.2	122	54.5
Febrero	22.4	199.1	155
Marzo	24	213.4	140.5
Abril	20.9	83.5	41.5
Mayo	72.2	293.5	122.5
Junio	260.2	502	125
Julio	165.3	340.7	90.5
Agosto	230.7	528.5	140.5
Septiembre	234.6	679.5	185
Octubre	161.2	557	156.5
Noviembre	65.5	240	105.5
Diciembre	29.8	141.5	134.5
Total	1323		

De acuerdo con el comportamiento de la precipitación normal se observa que los meses más lluviosos son de junio a septiembre, con precipitaciones de hasta 260.2 mm en junio, mientras que los meses de menor precipitación son de febrero a abril.

Tabla IV.6. Comportamiento de la precipitación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



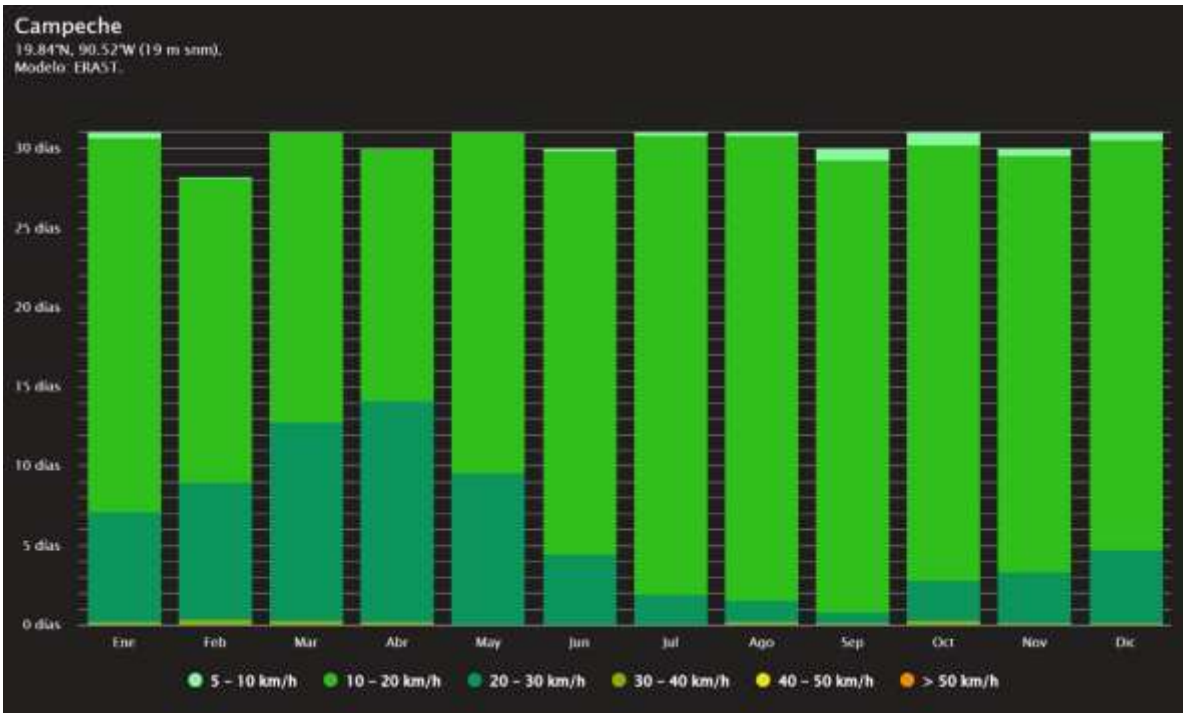
- **Velocidad del viento**

De acuerdo con la plataforma Windy Meteoblue[4], la velocidad del viento para los últimos 30 años para el municipio de Campeche en donde se ubica la mayor parte del SAR y la totalidad del AI y AP se encuentra generalmente entre 10 y 20 km/h la mayoría de los días del año, aunque llega a alcanzar hasta 30 km/h, los meses en que el viento presenta mayor velocidad corresponde al periodo de febrero a mayo en donde se observa mayor incidencia de vientos entre 20 y 30 km/h. El comportamiento del número de días que alcanzó cierta velocidad del viento se observa en la siguiente figura.

[4] https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/campeche_m%c3%a9xico_3531732

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.4. Comportamiento de la velocidad del viento por mes.



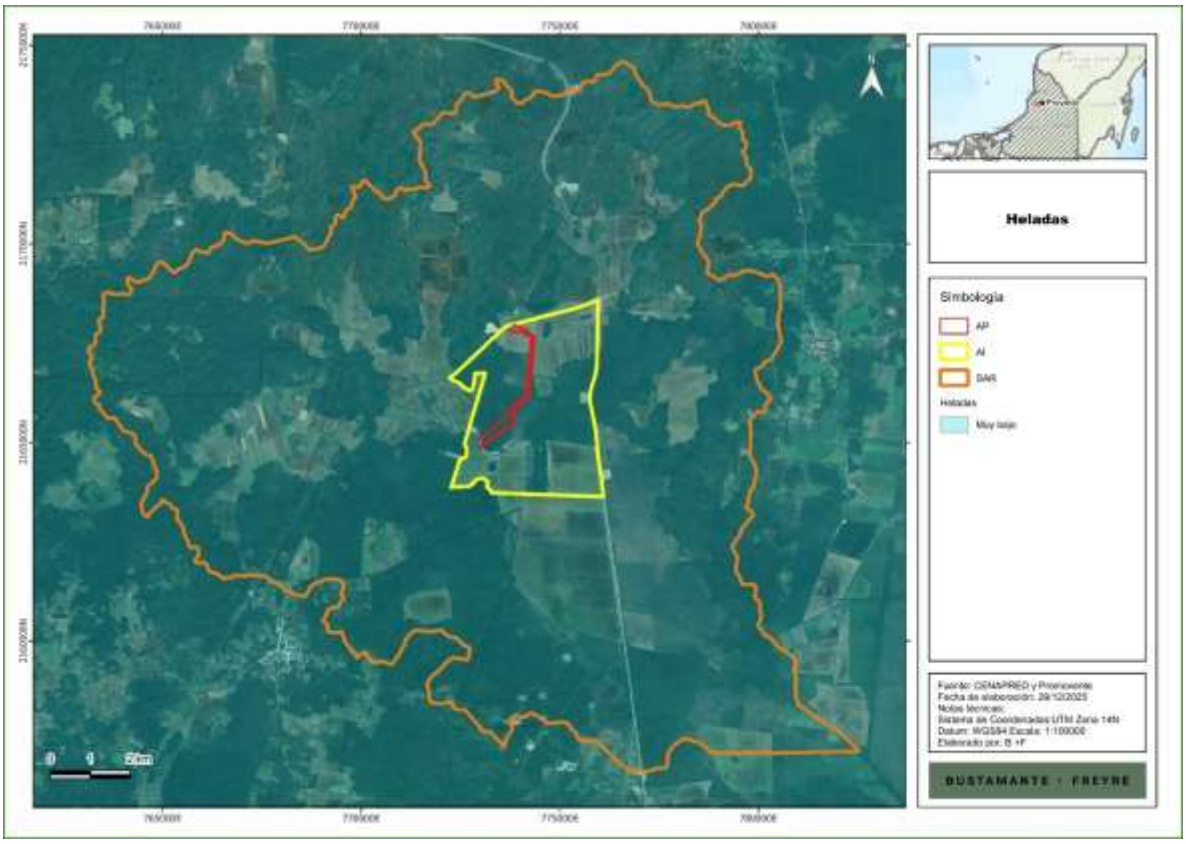
IV.3.1.2. Fenómenos meteorológicos

IV.3.1.2.1. Heladas

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno es < 0 °C durante un tiempo mayor a cuatro horas. Conforme al Atlas Nacional de Riesgos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), como se observa en la siguiente figura, el nivel de riesgo por heladas es muy bajo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.5. Nivel de riesgo por heladas en el SAR, AI y AP.



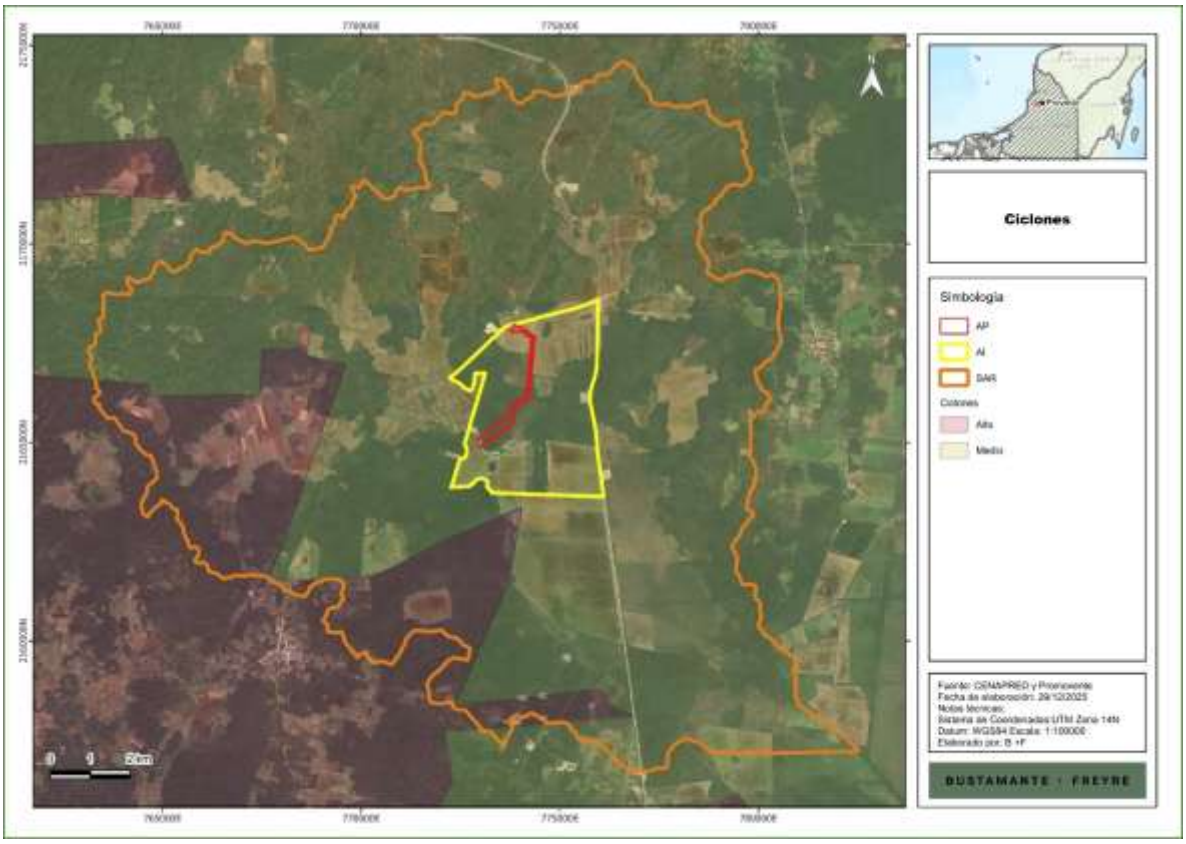
IV.3.1.2.2. Ciclones

Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañado de lluvias intensas.

El **CENAPRED** define los ciclones tropicales como masas de aire cálido y húmedo que se forman en el mar a temperaturas mayores a 26°C, con vientos fuertes que giran alrededor de una zona central en sentido contrario a las manecillas de reloj. De acuerdo con el **CENAPRED**, el riesgo por ciclones tropicales en el **SAR** es medio en la mayor parte y alto en la zona suroeste, mientras que el **AI** y **AP** se encuentran totalmente en nivel medio, como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.6. Nivel de riesgo por ciclones en el SAR, AI y AP.

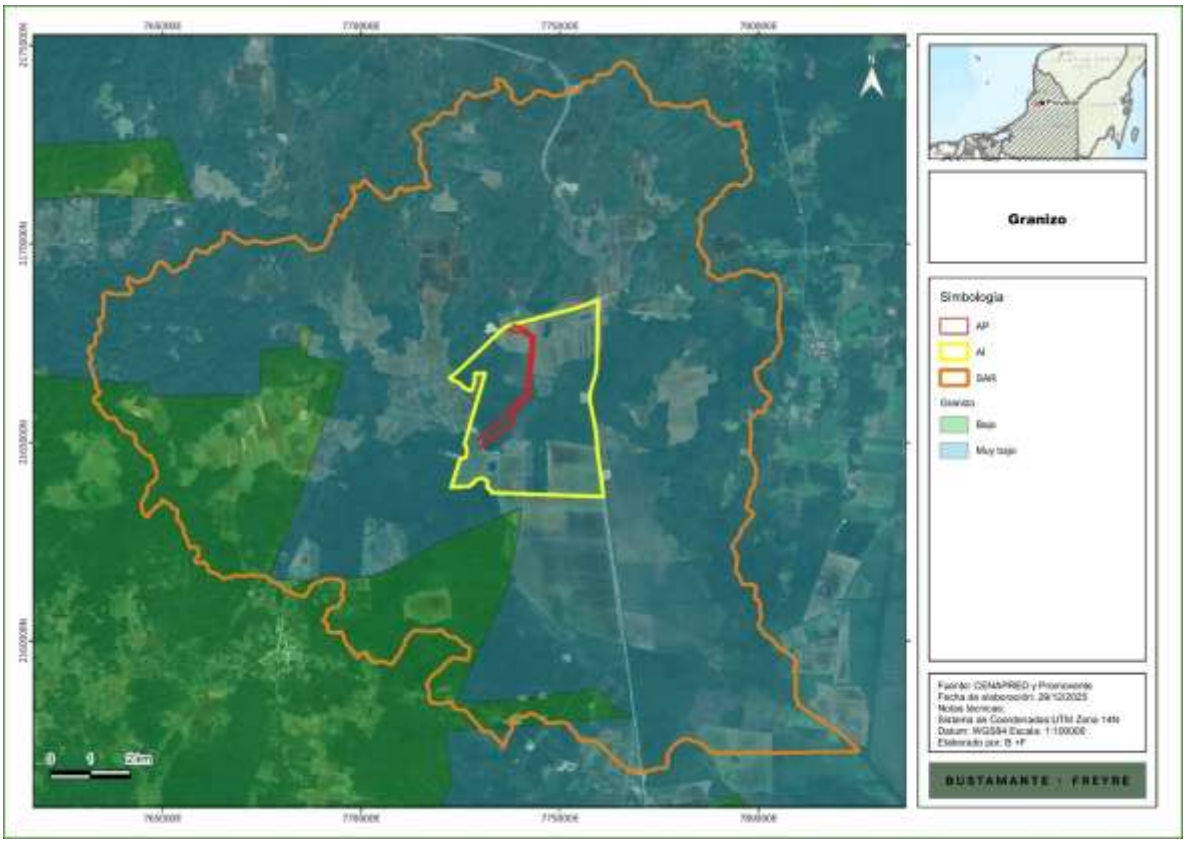


IV.3.1.2.3. Granizo

El granizo es un tipo de precipitación que se forma cuando las gotas de agua al interior de las nubes de tormenta (cumulonimbos) son impulsadas hacia zonas frías, en donde se congelan. Al chocar con otras gotas congeladas se aglutinan y crecen formando piedras de hielo que se precipitan debido a su peso. De acuerdo con los datos del **CENAPRED**, el **SAR, AI** y **AP** se encuentran en una zona donde el nivel de peligro por granizo es muy bajo y bajo, como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.7. Nivel de peligro por granizo en el SAR.



IV.3.1.2.4. Sequía

La sequía es una condición normal y recurrente del clima, ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

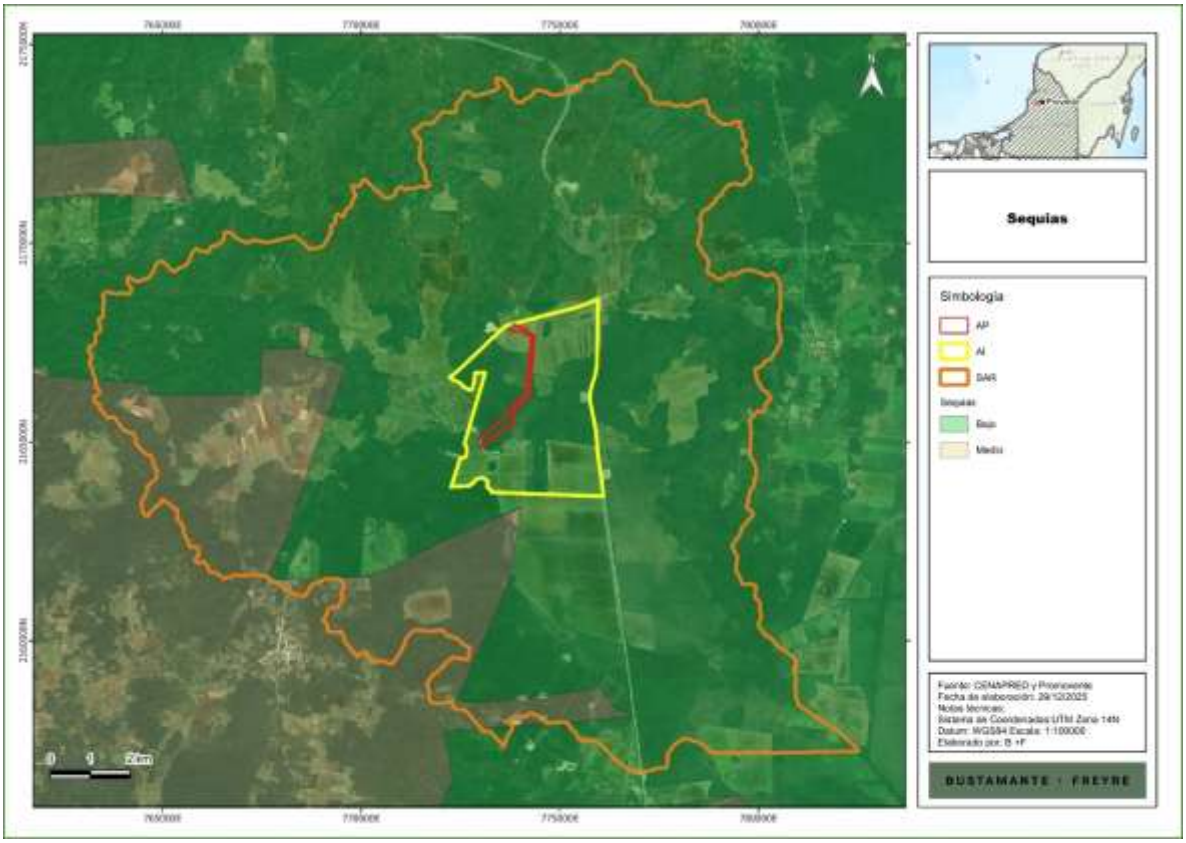
Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como los cambios en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región.

Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto por sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos del **CENAPRED,** el **SAR** se ubican en zonas de peligro bajo a medio por sequía, mientras que la totalidad del **AI** y **AP** se encuentra en peligro bajo, como se observa en la siguiente figura.

Figura IV.8. Nivel de peligro por sequía en el SAR, AI y AP.



IV.3.1.2.5. Cambio climático

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2022) y la Ley General de Cambio Climático la vulnerabilidad la vulnerabilidad se define como el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos”. La vulnerabilidad no sólo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa.

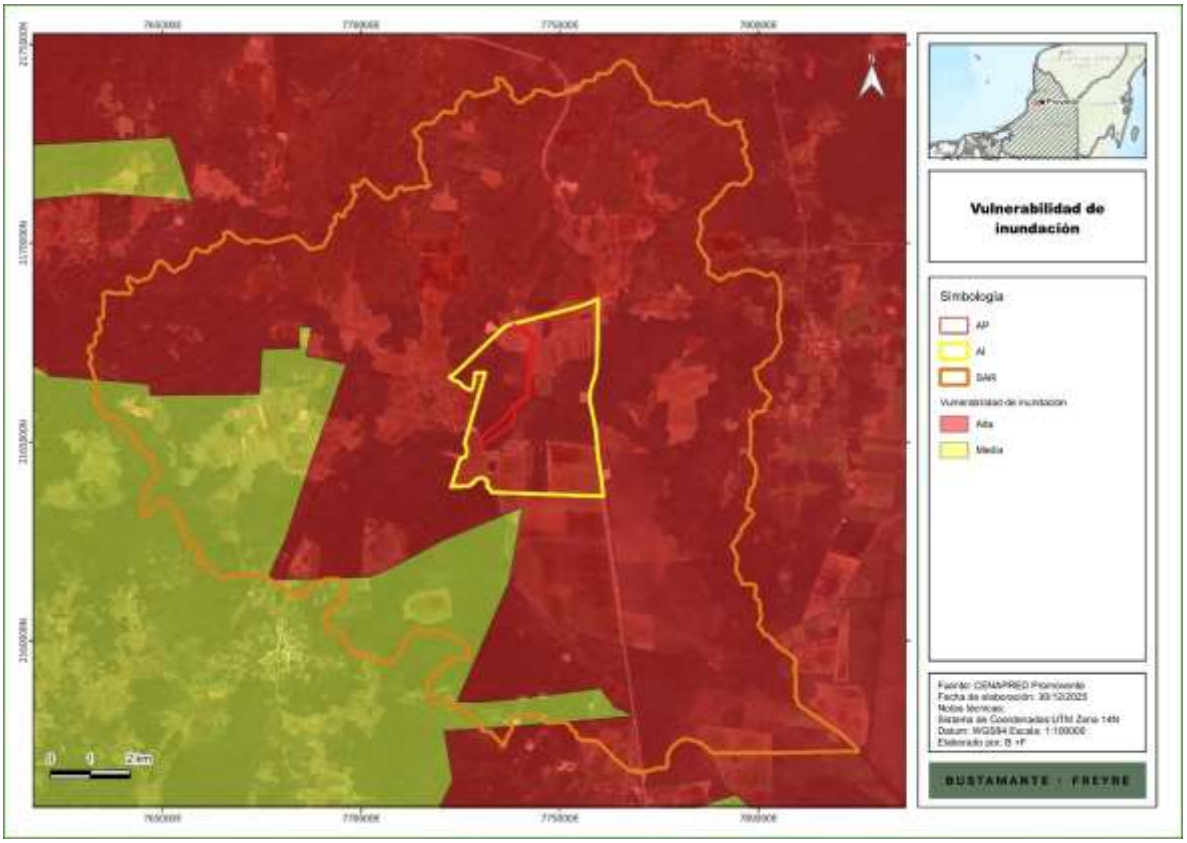
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El Atlas referido contiene los siguientes 6 tipos de vulnerabilidad, de las cuales en este estudio se describen las 2 primeras, dado que es la que podría presentar alguna relación con el **Proyecto**, no así las otras que son más útiles en el sector agropecuario.

- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones.
- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves.
- Vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue.
- Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones.
- Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico.
- Vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.

De acuerdo con la información del Atlas, el **SAR, AI** y **AP** se ubican en una zona con vulnerabilidad alta-media a inundaciones, como se observa en las siguientes figuras, mientras que, en el caso de deslaves corresponde a municipios que no fueron evaluados en este tema, sin embargo, se señala que se trata de zonas con bajo peligro por dicho fenómeno dado que es en su mayor parte de pendientes suaves.

Figura IV.9. Vulnerabilidad a inundaciones.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.3.1.3. Geomorfología

IV.3.1.3.1. Provincias fisiográficas

La provincia fisiográfica es un conjunto estructural de origen geológico unitario, con morfología propia y distintiva. Por otro lado, las subprovincias fisiográficas son subregiones de una provincia fisiográfica con características distintivas. Como se muestra en la siguiente figura, el **SAR, AI** y **AP** se ubican en la provincia Península de Yucatán y subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche.

Figura IV.10. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las provincias fisiográficas.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.11. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las subprovincias fisiográficas.



La provincia fisiográfica Península de Yucatán, ocupa en su totalidad la superficie del territorio de los estados de Yucatán y Quintana Roo, y parcialmente la del estado de Campeche. Tiene la forma de un gran bloque y está formada por una plataforma calcárea de origen marino, con extensa plataforma continental bajo las aguas del Golfo de México y un abrupto talud vertical, sin plataforma continental, bajo las aguas del Caribe. Este bloque comenzó a emerger sobre las aguas marinas durante el Oligoceno, hace aproximadamente 26 millones de años.

La provincia fisiográfica Península de Yucatán, abarca las subprovincias Carsos y Lomeríos de Campeche al sur y oeste del acuífero, Carso Yucateco al norte y noreste, y Costa Baja de Quintana Roo al sureste del acuífero.

La subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche presenta relieve ligeramente ondulado debido a la presencia de lomeríos que alternan con hondonadas o llanuras que lo distinguen de las zonas aledañas, está constituida mayormente por calizas cársticas del Paleoceno y Eoceno. Dentro de esta subprovincia se localiza la Sierrita de Ticul, donde la mayor elevación se ubica en el Cerro Benito Juárez; dentro de esta subprovincia se encuentran 9 sistemas de topoformas más. La subprovincia Costa Baja de Quintana Roo limita al este

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

con el Mar Caribe y al sur con el Río Hondo, destacan en el extremo oriental lagunas costeras que alternan con las bahías de Ascensión al norte, Espíritu Santo al este y al sur la Bahía de Chetumal; esta subprovincia la conforman ocho sistemas de topoformas, cinco tipos de llanuras y tres playas o barras, los suelos son poco profundos y mayormente salinos.

IV.3.1.3.2. Relieve

Sistema de topoformas

Las topoformas son un conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos. En este caso, como se observa en la siguiente figura, el **SAR** y **AI** se ubican en sistemas de topoformas de lomerío bajo y llanura de depósito lacustre con lomerío; mientras que el **AP** se encuentra únicamente en lomerío bajo.

Figura IV.12. Topoformas presentes en el SAR, AI y AP.



En la siguiente tabla se muestran las superficies por topoforma, en donde se observa que la mayor parte es de lomerío bajo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

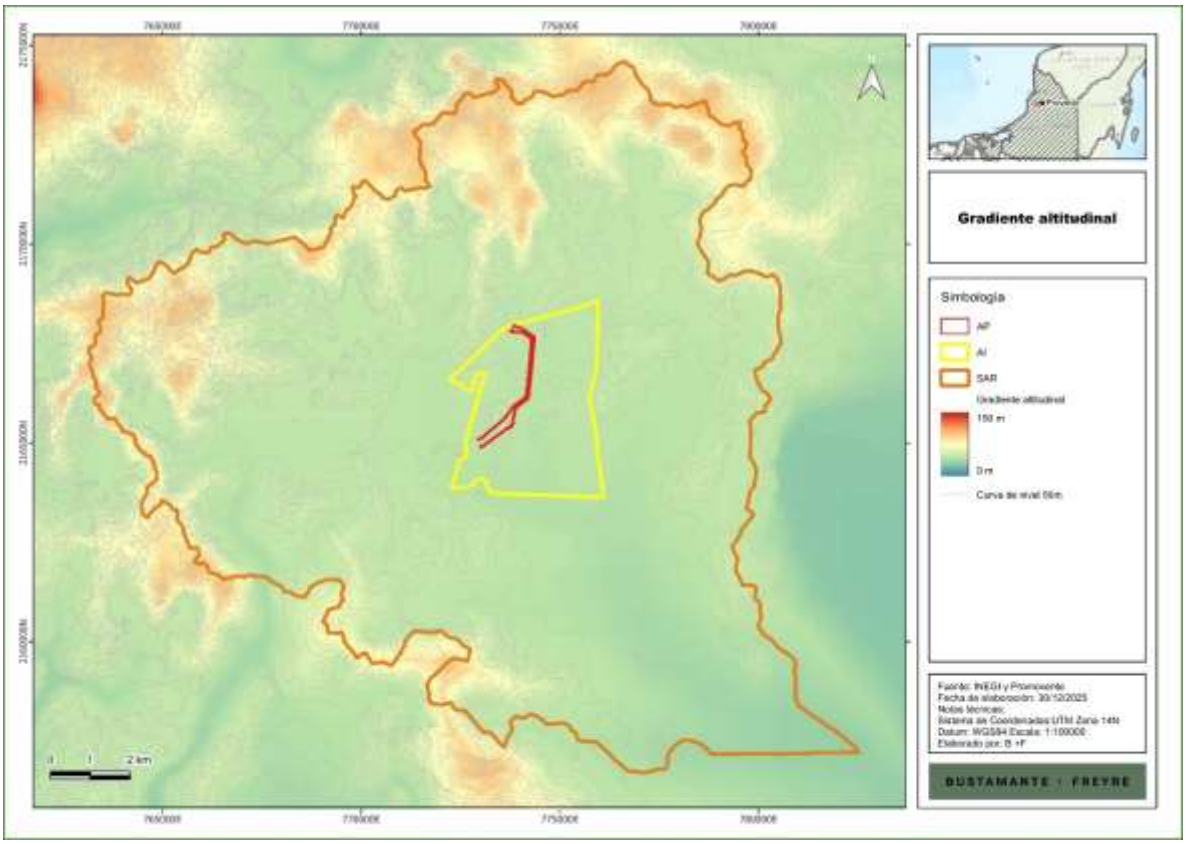
Tabla IV.7. Superficie por topoforma en el SAR, AI y AP.

Descripción	SAR		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Llanura de depósito lacustre con lomerío	3,292.563	16.3%	39.624	2.8%	0.000	0.0%
Lomerío bajo	16,932.172	83.7%	1,354.300	97.2%	29.266	100.0%
Total	20,224.735	100.0%	1,393.924	100.0%	29.266	100.0%

Gradiente altitudinal

Como se observa en la siguiente figura, el **SAR** se ubica en un gradiente altitudinal de 0 a 150 msnm.

Figura IV.13. Gradiente altitudinal del SAR, AI y AP.

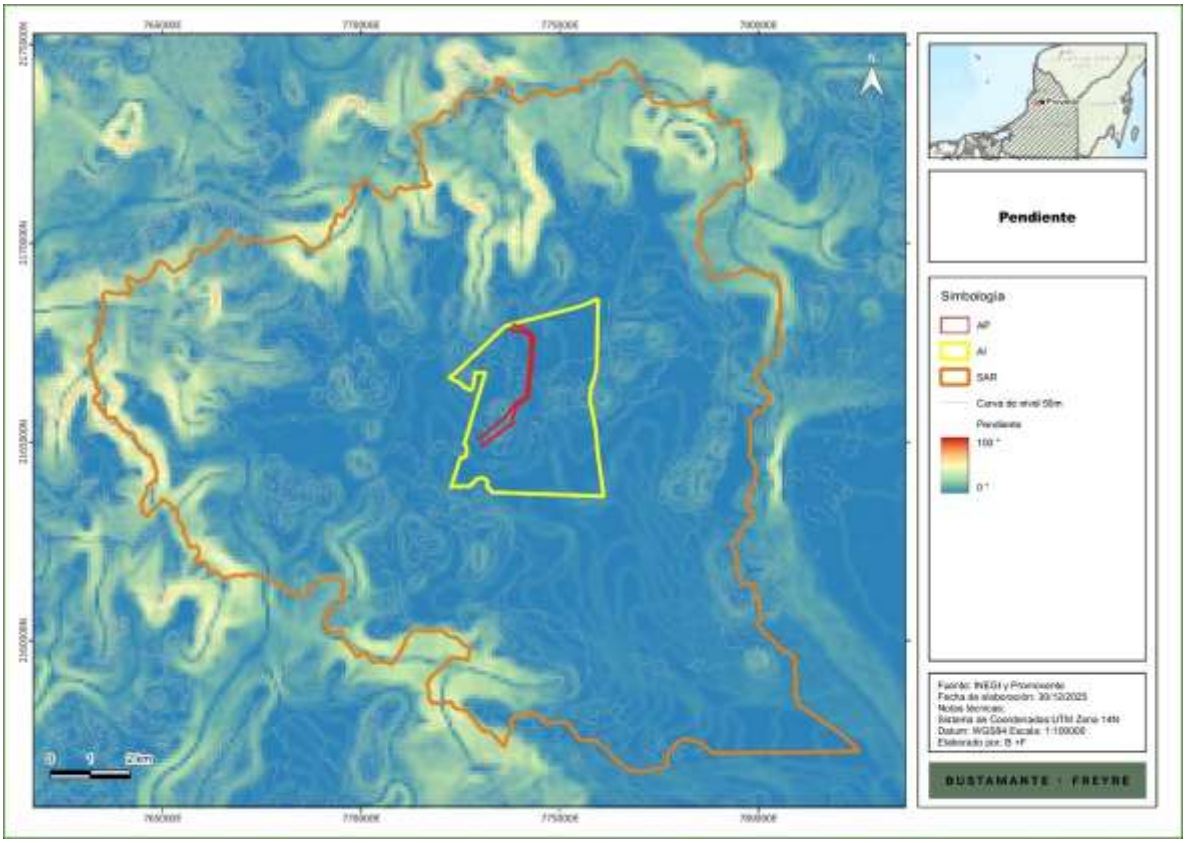


Pendiente

La pendiente dominante en el **SAR** se encuentra próxima al 0% dado que se trata en su mayor parte de llanura, aunque en lomeríos se observan pendientes que alcanzan hasta 50%, siendo las mayores del **SAR**, mientras que en el **AI** y **AP** son menores al 5% como se observa en las siguientes figuras.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.14. Rango de pendientes en el SAR, AI y AP.



IV.3.1.3.3. Fallas y fracturas

Según el diccionario de datos geológicos del **INEGI**[5], una falla geológica es la ruptura de la roca a lo largo de la cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa y una fractura geológica. Se refiere a las superficies discretas que segmentan o dividen en bloques a rocas y minerales en la naturaleza; estas definen superficies de baja cohesión. Son el resultado del comportamiento quebradizo de los materiales.

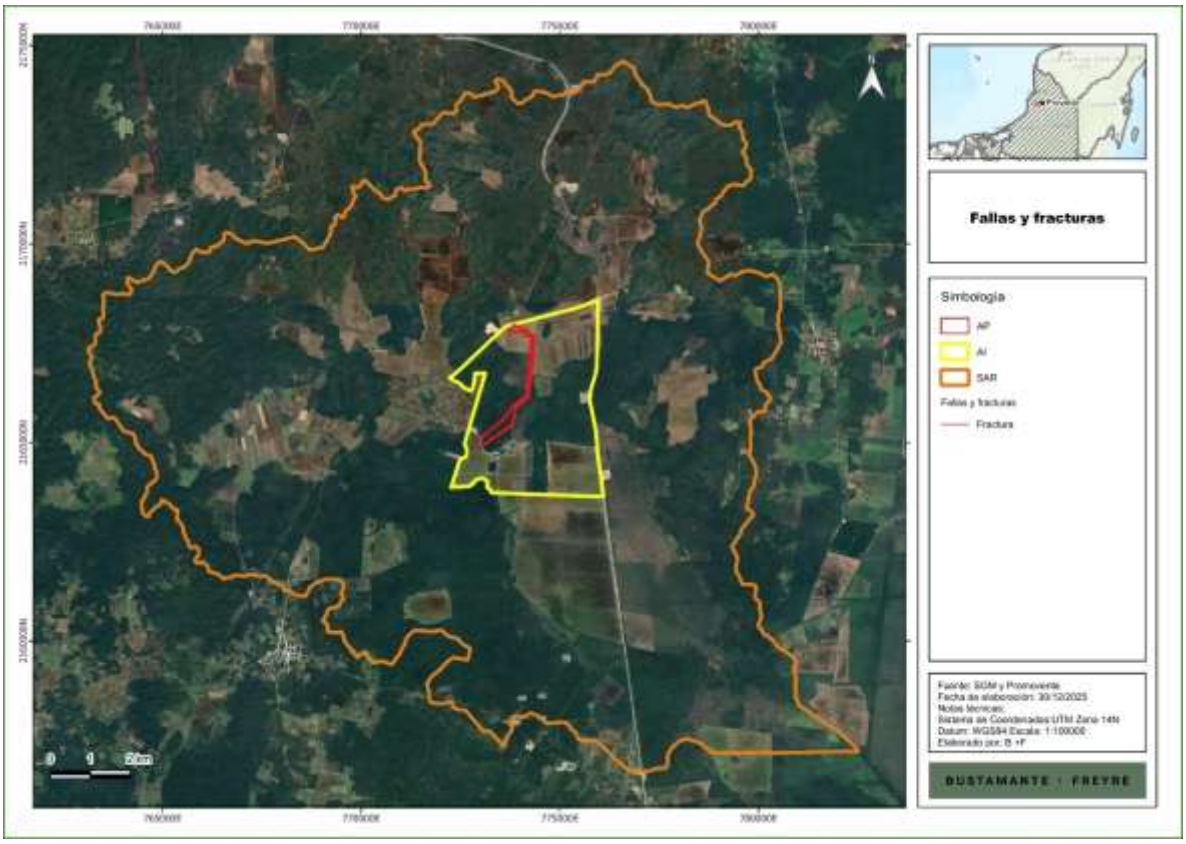
Las fracturas pueden ser generadas por la concentración de esfuerzos en zonas de contraste composicionales (contactos de capas, cambios de facies, entre otros), por pérdida de volumen (compactación), por enfriamiento o durante una deformación contraccional o extensional.

De acuerdo con el **INEGI,** dentro del **SAR, AI** y **AP** no se tiene incidencia de fallas o fracturas geológicas, como se muestra en la siguiente figura la más cercana se encuentra fuera del **SAR** al noroeste.

[5] https://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/geologia/doc/dd_geologicos_alf_250k.pdf

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.15. Ubicación de fallas y fracturas en el SAR, AI y AP.



IV.3.1.3.4. Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes e inundaciones, movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

Regionalización sísmica

La regionalización sísmica de México es la caracterización de las cuatro zonas sísmicas del país, la cual se realizó con base en los registros históricos de grandes sismos, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud.

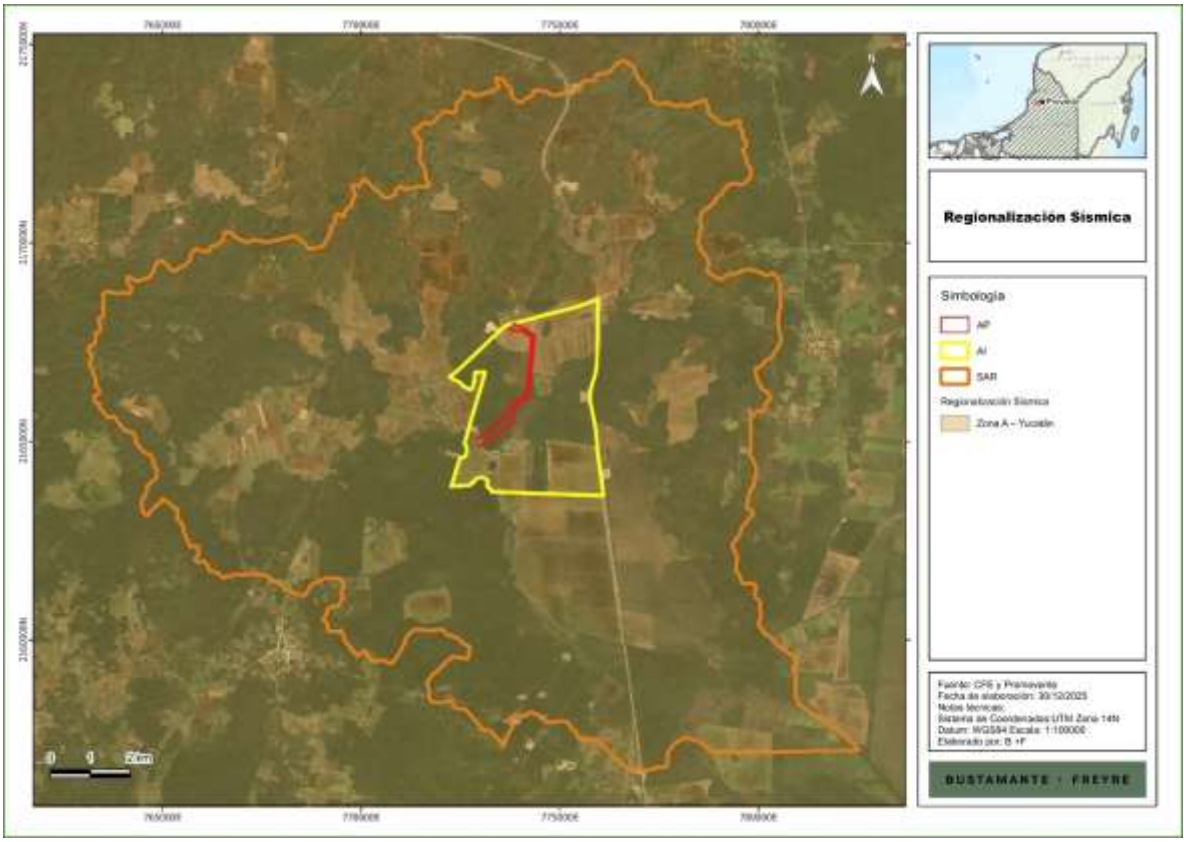
- *Zona A, de baja sismicidad.* No presenta registros históricos por lo que no se han reportado sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años. Aceleración menor al 10%.
- *Zona B, de media intensidad*. Es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- *Zona C, de alta intensidad*. En esta zona hay más actividad que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de gravedad.
- *Zona D*. Ha registrado con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de gravedad.

De acuerdo con el mapa de regionalización sísmica de México y como se muestra en la siguiente figura, el **SAR, AI** y **AP** se ubican en la zona A Yucatán, la cual es una zona de baja sismicidad.

Figura IV.16. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a la Regionalización Sísmica de México.



Deslizamientos / derrumbes

Muchos de los taludes naturales se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos y los colapsos se pueden iniciar con facilidad. Los temblores intensos junto con los procesos de erosión son causas comunes que pueden actuar en diversas formas. Probablemente el factor más importante de todos los que pueden provocar un problema de inestabilidad de laderas naturales, sea el cambio en las condiciones de contenido de agua del subsuelo.

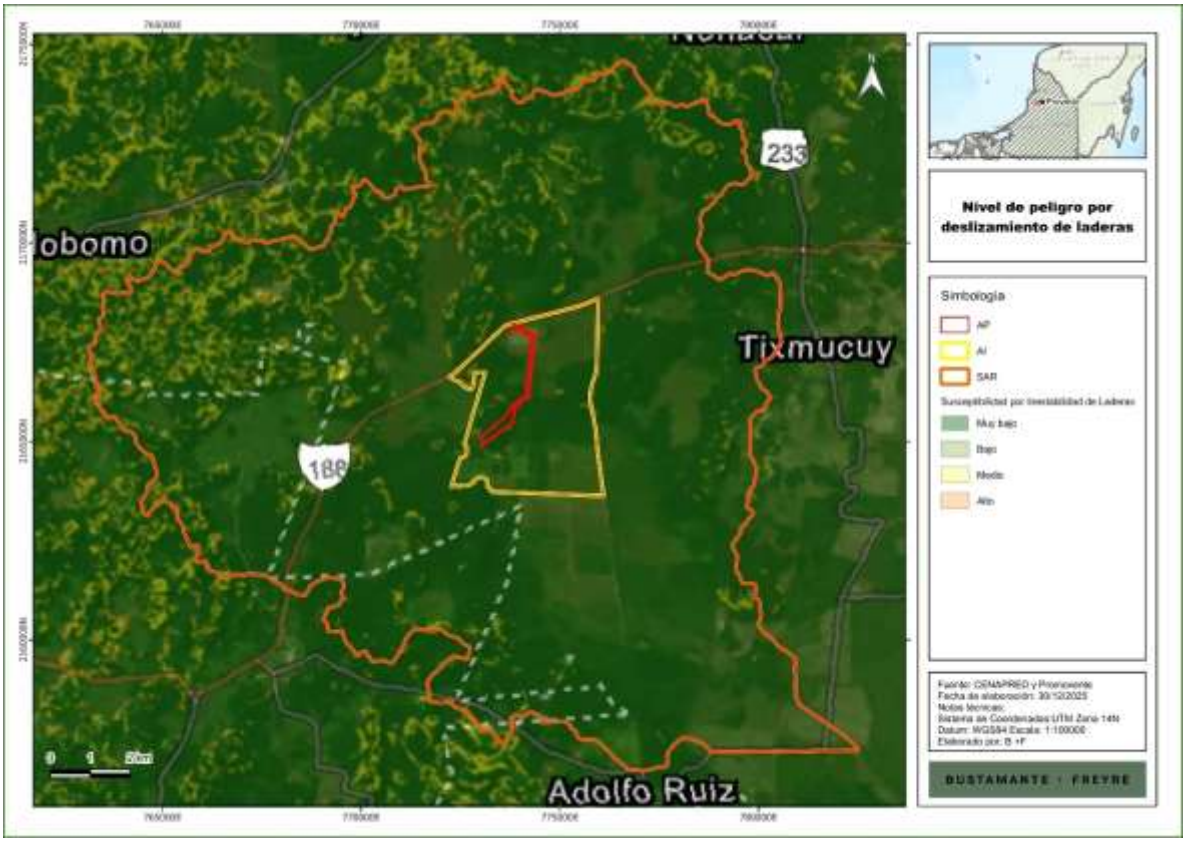
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Esto puede ser generado por interferencia con las condiciones naturales de drenaje, evaporación excesiva de suelos que normalmente están húmedos o un incremento en el agua del subsuelo producido por lluvias excesivas.

Este último quizá sea el modo más común de afectar las condiciones del agua subterránea y es especialmente grave, porque las lluvias excesivas también incrementarán los escurrimientos superficiales que pueden provocar una erosión del material al pie de un talud e intensificar de este modo las tendencias al deslizamiento. El suelo que se presenta en la zona es difícil de separase, lo cual no provocará deslizamiento.

Según la información del **CENAPRED** (2012), publicado por la **CONABIO** en el mapa de riesgos por deslizamiento de laderas en México, el **SAR, AI** y **AP** pertenecen a una región cuyo peligro por deslizamiento es baja debido a que se trata de una zona prácticamente llana o con lomeríos suaves, como se observa en la siguiente figura.

Figura IV.17. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el SAR, AI y AP.



Hundimientos

Por otro lado, el **CENAPRED** también cuenta con la ubicación de los municipios susceptibles a hundimientos. De acuerdo con estos datos, el **SAR**, **AI** y **AP** se encuentran en una zona sin peligro por hundimientos.

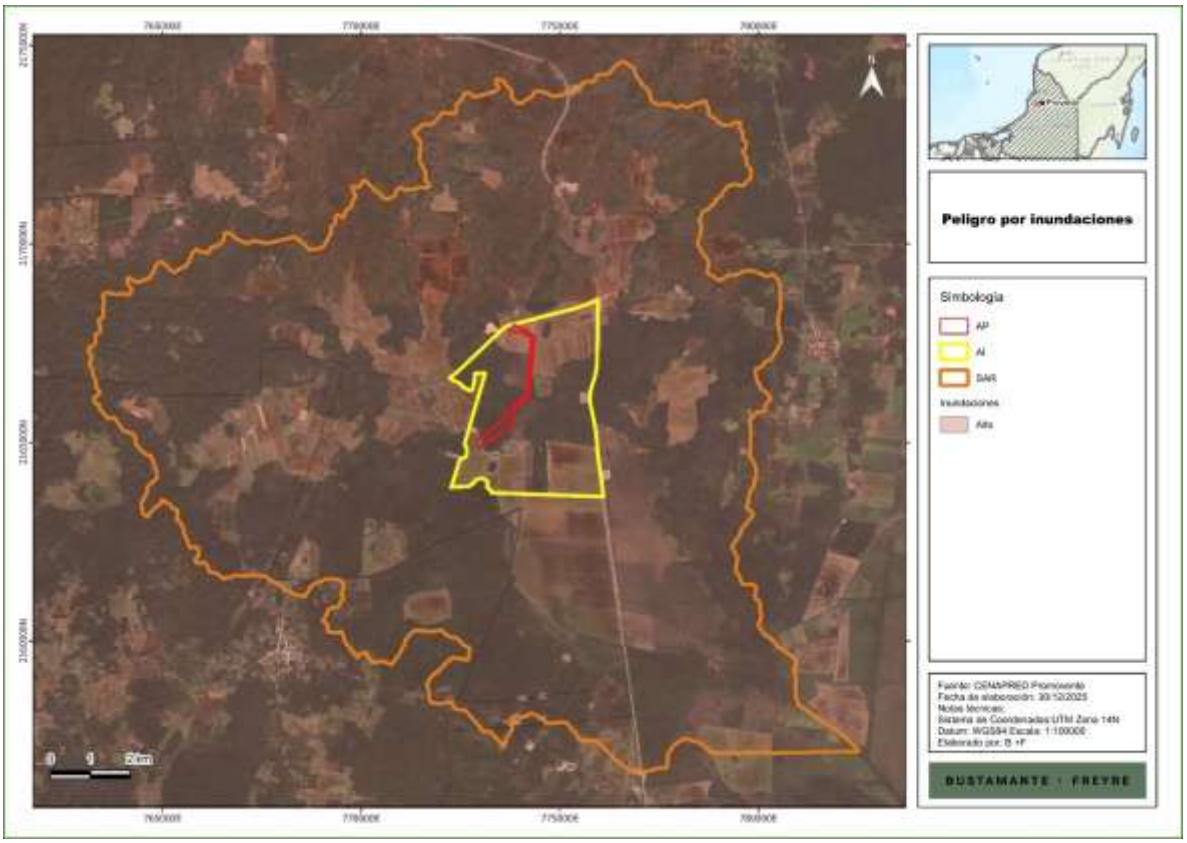
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Inundaciones

Las inundaciones son fenómenos hidrometeorológicos que, de acuerdo con el **CENAPRED**, consisten en el incremento del nivel de superficie libre de un cuerpo de agua (río, lago, mar, etc.) que ocasiona la invasión del agua en sitios usualmente secos. Las inundaciones se generan debido a la ocurrencia de eventos extraordinarios como tormentas, oleaje por huracanes o incluso por fallas en estructuras hidráulicas como presas.

De acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos del **CENAPRED,** el **SAR, AI** y **AP** se ubican en zonas de peligro alto por inundaciones, como se observa en la siguiente figura.

Figura IV.18. Nivel de peligro por inundaciones en el SAR, AI y AP.



IV.3.1.4. Suelo

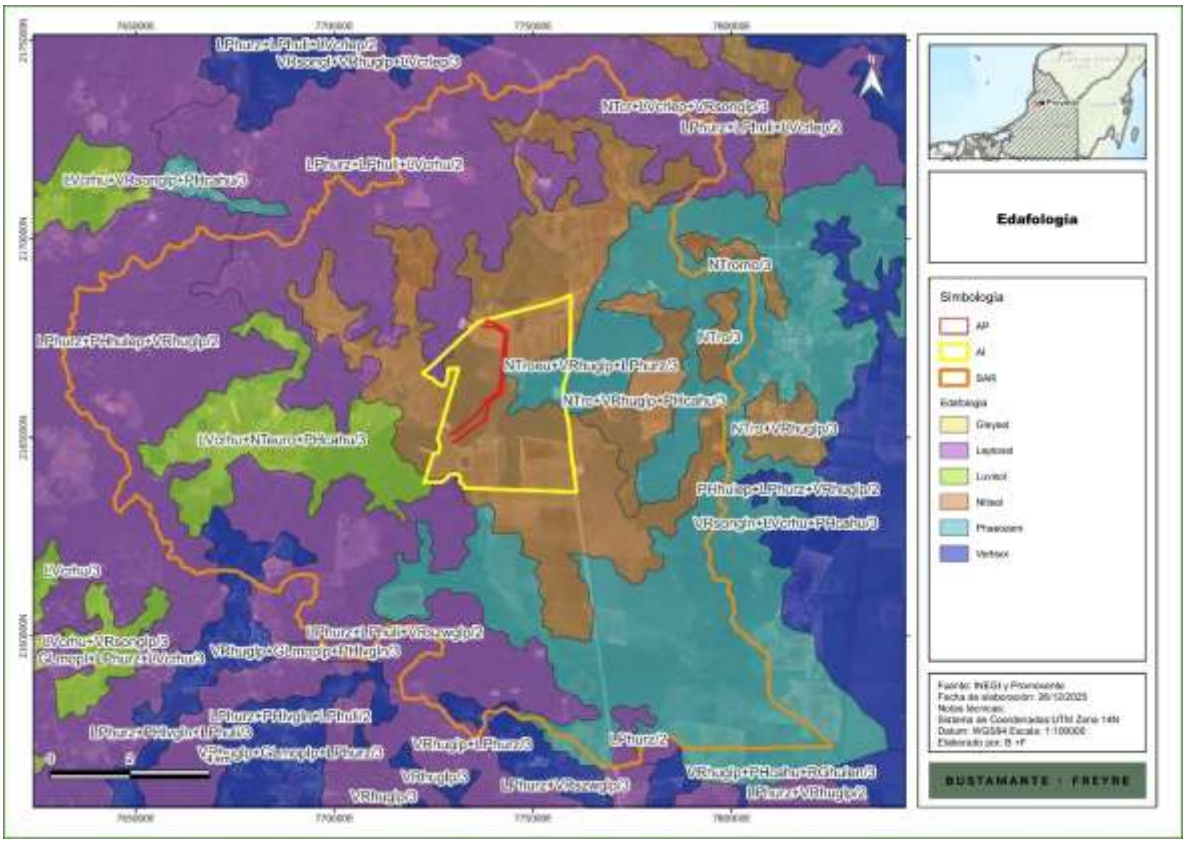
IV.3.1.4.1. Tipos de suelo

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, en este estudio se utilizó la cartografía de **INEGI**, escala 1: 250,000, a partir de la cual se obtuvo que, en el **SAR** los tipos de suelo presentes son leptosol, luvisol, nitosol, phaeozem y vertisol, en el **AI** y **AP** son leptosol,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

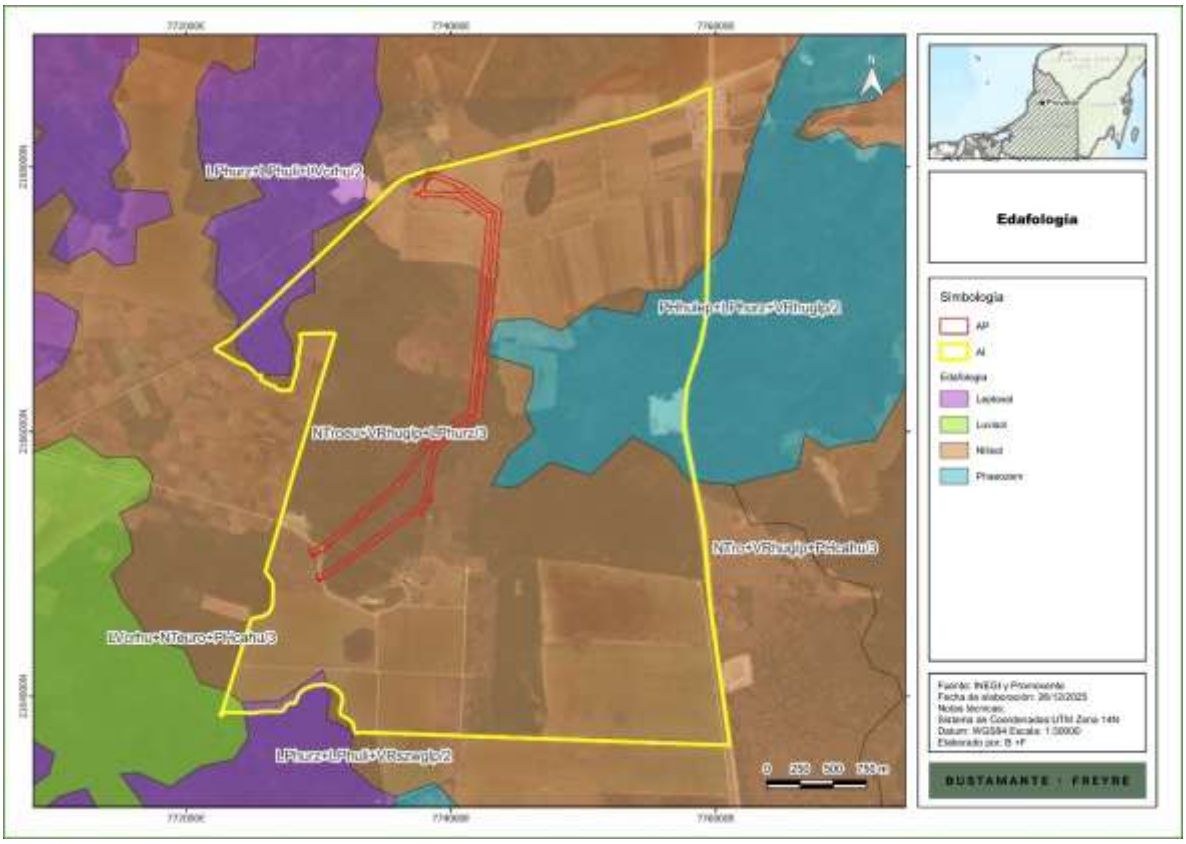
luvisol, nitosol y phaeozem; de los cuales los tipos de suelo dominantes son los leptosoles, la distribución de estos tipos de suelo se muestra en las siguientes figuras.

Figura IV.19. Tipos de suelo presentes en el SAR, AI y AP.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.20. Tipos de suelo presentes en el AI y AP.



Así mismo, en la siguiente tabla se muestra la superficie ocupada por cada tipo de suelo en el SAR, AI y AP.

Tabla IV.8. Superficie por tipo de suelo y textura en el SAR, AI y AP.

Tipo	Textura	SAR		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
Leptosol	Fina	0.469	0.0%	0.000	0.0%	0.000	0.0%
Leptosol	Media	8,202.318	40.6%	25.603	1.8%	0.000	0.0%
Vertisol	Fina	299.308	1.5%	0.000	0.0%	0.000	0.0%
Nitisol	Fina	5,519.283	27.3%	1,207.064	86.6%	29.117	99.5%
Luvisol	Fina	1,534.558	7.6%	1.681	0.1%	0.000	0.0%
Phaeozem	Media	4,668.799	23.1%	159.576	11.4%	0.149	0.5%
Total		20,224.735	100.0%	1,393.924	100.0%	29.266	100.0%

A continuación, se presenta una breve descripción de las principales características de estos tipos de suelo. Estos datos corresponden a estudios realizados por el **INEGI** y por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO, por sus siglas en inglés) (IUSS, 2007).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Leptosol**

Los Leptosols comprenden suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Son particularmente comunes en regiones montañosas.

Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina. Medio ambiente: Principalmente terrenos en elevada o mediana altitud y con fuerte pendiente topográfica. Los Leptosols se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en zonas secas cálidas o frías), particularmente en áreas intensamente erosionadas.

Desarrollo del perfil: Los Leptosols tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente pedregosos. En material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte móllico.

- **Luvisol**

Los Luvisols, tienen un mayor contenido de arcilla en el suelo subsuperficial que en la capa superior del suelo, como resultado de procesos edafogenéticos (especialmente migración de arcilla) que conduce a la formación de un horizonte árgico en el suelo subsuperficial. Los Luvisols tienen arcillas de alta actividad en todo el espesor del horizonte árgico y una alta saturación de bases en una profundidad de 50-100 cm.

Material parental: Una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciar y depósitos eólicos, aluviales y coluviales.

Desarrollo del perfil: Diferenciación edafogenética en el contenido de arcilla, con un menor contenido en la capa superior y un mayor contenido en el suelo subsuperficial, sin una marcada lixiviación de cationes básicos o meteorización avanzada de arcillas de alta actividad. La pérdida de óxidos de hierro, junto con minerales de arcilla, puede conducir a un horizonte de eluviación blanquecino entre el horizonte superficial y el horizonte árgico subsuperficial, pero los Luvisols carecen de las propiedades réticas de los Retisols.

- **Nitisol**

Son suelos rojos tropicales profundos, bien drenados, con límites de horizontes difusos y un horizonte subsuperficial con al menos 30% de arcilla y de moderada a fuerte estructura de bloques angulares que se fragmentan en elementos poliédricos, o de bordes planos, o en forma de nuez, en estado húmedo con caras de agregados brillantes.

Material parental: Productos meteorizados finamente texturados de roca madre básica o intermedia, en algunas regiones rejuvenecido por recientes adiciones de ceniza volcánica.

Desarrollo del perfil: Son suelos rojos arcillosos o de color marrón rojizo con un horizonte subsuperficial nítico de alta estabilidad de agregados. El conjunto de la arcilla de los Nitisols

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

está dominado por Caolinita/ (meta)Haloisita. Los Nitisols son ricos en Fe y tienen poca arcilla dispersable en agua.

- **Phaeozem**

Este grupo integra suelos de praderas relativamente húmedos y regiones de bosque en climas moderadamente continentales. Los Phaeozems son muy parecidos a los Chernozems y Kastanozems pero están lixiviados de manera más intensa. En consecuencia, tienen un horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con los Chernozems y Kastanozems, es menos rico en bases. Los Phaeozems están libres de carbonatos secundarios o los tienen sólo a mayores profundidades. Todos ellos tienen una alta saturación de bases en el metro superior del suelo.

Material parental: Eólico (loess), till glaciar y otros no consolidados, predominantemente materiales básicos.

Medio ambiente: Cálido a frio (por ejemplo, las tierras altas tropicales) en regiones moderadamente continentales, con humedad suficiente para que exista, en la mayoría de los años, algo de percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seque; terreno plano u ondulado; la vegetación natural es de praderas, como la estepa de pastos altos, y/o bosque.

Desarrollo del perfil: Un horizonte móllico o, menos común, un horizonte chérnico (más delgado y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre un horizonte subsuperficial cámbico o árgico.

- **Vertisol**

Los Vertisols son suelos de arcillas pesadas con una alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman profundas y anchas grietas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo cual sucede en la mayoría de los años.

Material parental: Sedimentos que contienen una alta proporción de arcillas expandibles o arcillas expandibles producidas por neoformación a causa de la meteorización de rocas.

Medio ambiente: Depresiones y áreas planas a onduladas, principalmente en climas tropicales y subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con alternancia de marcadas estaciones secas y húmedas. La vegetación clímax es de sabana, praderas naturales y/o bosques.

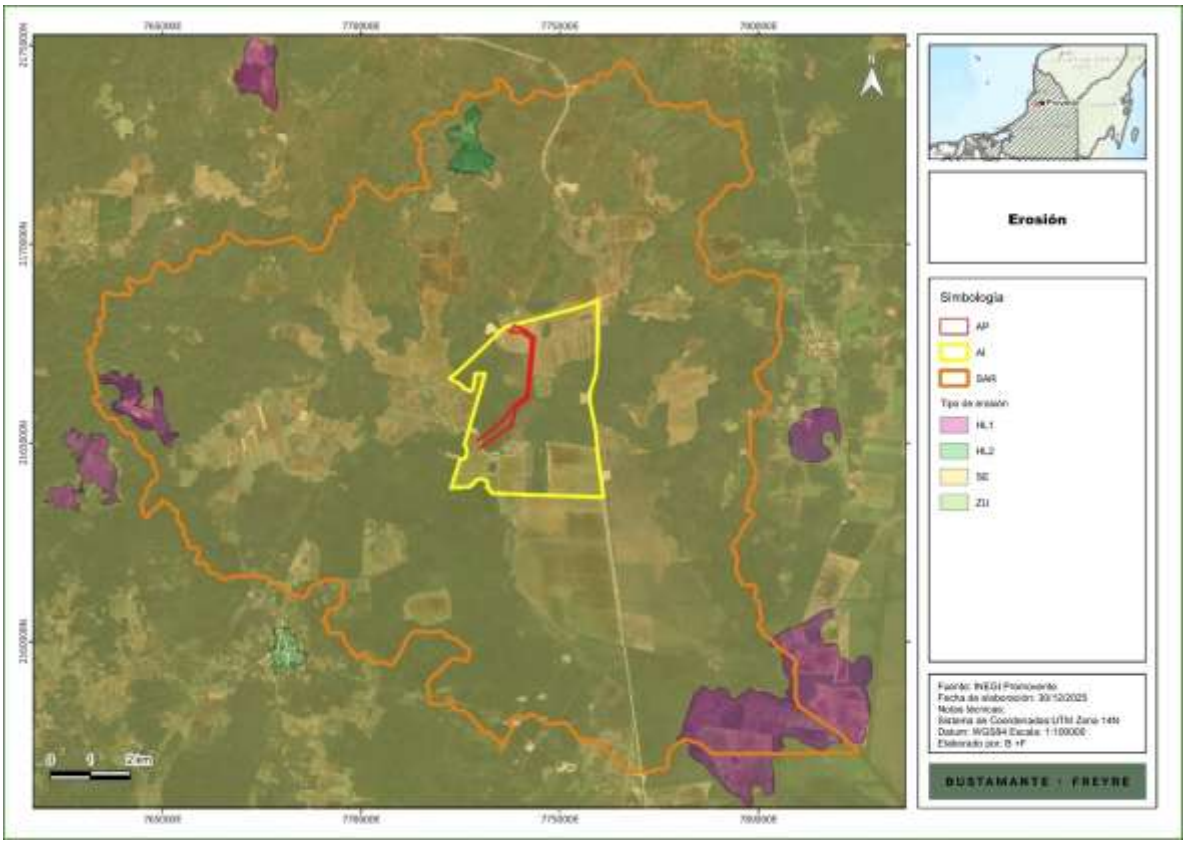
Desarrollo del perfil: La expansión y retracción alternada de arcillas expandibles dan lugar a grietas profundas en la temporada seca y la formación de slickensides y elementos estructurales en forma de cuña en el suelo subsuperficial. El comportamiento expansión-retracción puede ocasionar que se forme un microrelieve gilgai, especialmente en climas secos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.3.1.4.2. Erosión

De acuerdo con el Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I (**INEGI**, 2013), la mayor parte del **SAR**, así como la totalidad del **AI** y **AP** se encuentran en áreas clasificadas como sin erosión, la cartografía sólo identifica 3 polígonos en el **SAR** que se encuentran afectados por erosión hídrica laminar en grado leve y moderado, como se muestra en la siguiente figura:

Figura IV.21. Clases de erosión presentes en el SAR, AI y AP.

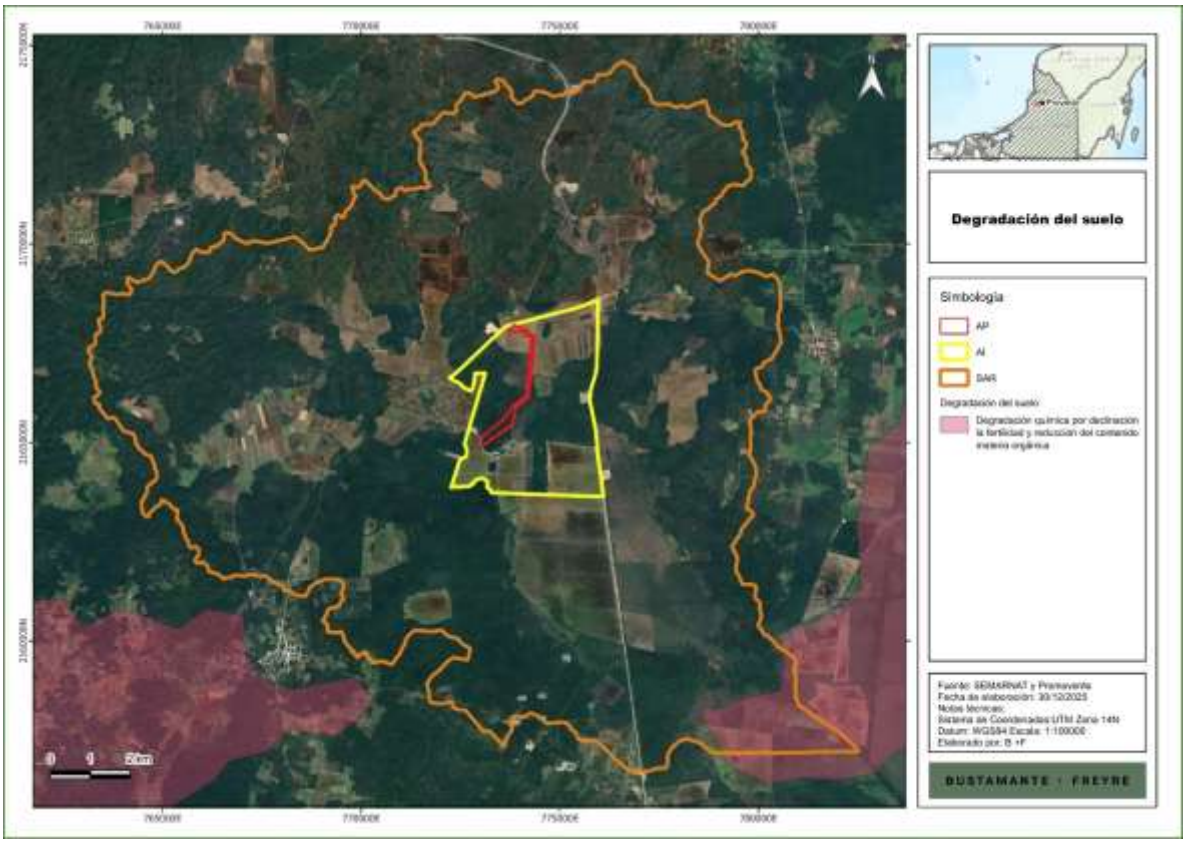


Por otro lado, de acuerdo con la cartografía Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000 de la SEMARNAT (2004[6]), se observa que, la mayor parte del **SAR**, así como la totalidad del **AI** y **AP** no tienen identificado algún tipo de degradación, únicamente la zona sur del **SAR** presente un área en donde se identifica degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, en grado ligero, con causa principal las actividades agrícolas.

[6] SEMARNAT en CONABIO. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/dsuelo/degra250kgw

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.22. Degradación de suelos en el SAR, AI y AP.

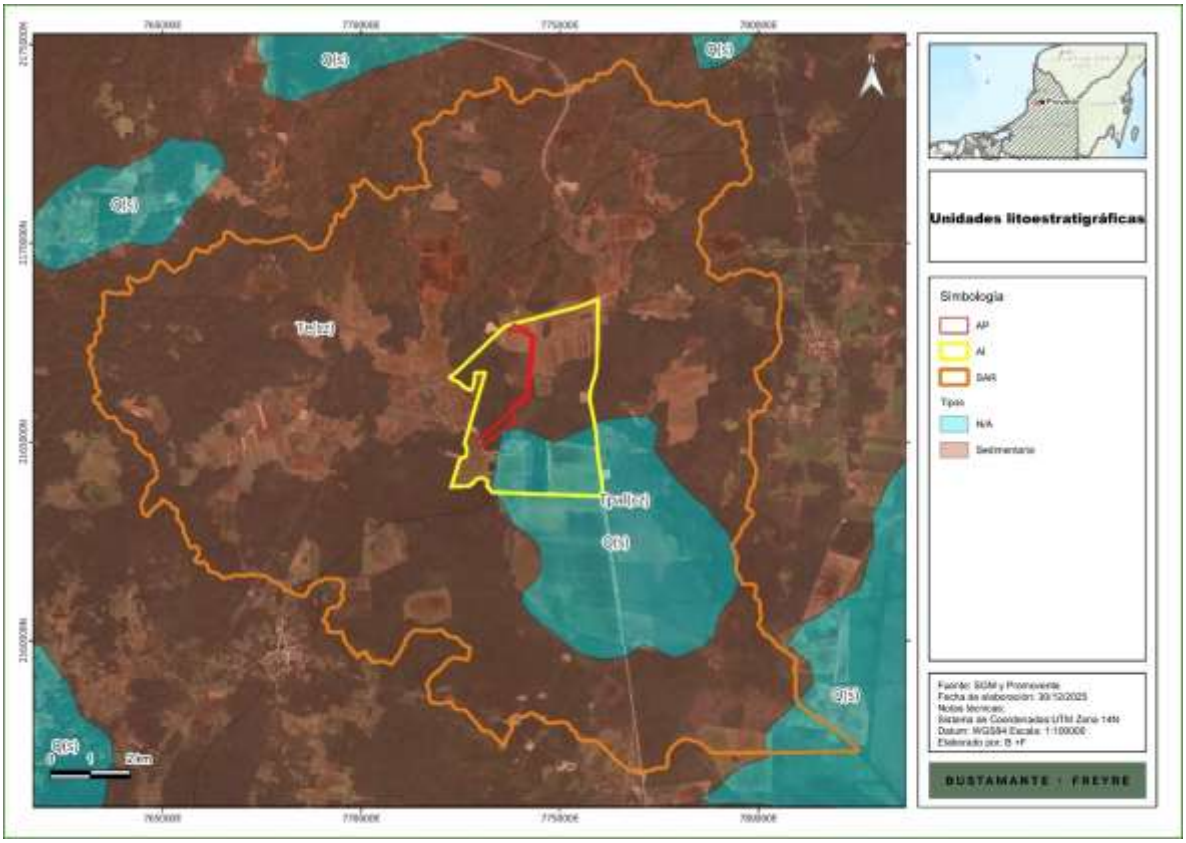


IV.3.1.5. Geología

Como se observa en la siguiente figura, en el **SAR** y **AI** se encuentra en zonas con rocas de clase sedimentaria de tipo caliza en la mayor parte de la superficie, así como unidades de suelo, mientras que, el **AP** se encuentra únicamente en rocas sedimentarias.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.23. Unidades litoestratigráficas presentes en el SAR, AI y AP.



Las rocas de tipo caliza son una roca sedimentaria, compuesta fundamentalmente del mineral calcita (CaCO3) y se forma por medios inorgánicos o como resultando de procesos bioquímicos. Generalmente es cristalina y dura, pero se raya y efervece con el HCl). Su color es variable: blanco, amarillento, rosa, rojo, gris o negro; y produce fractura concoide. Su utilidad práctica cobra relevancia en los materiales de construcción. Los principales derivados de las calizas son la cal, el carbonato de calcio y el cemento.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

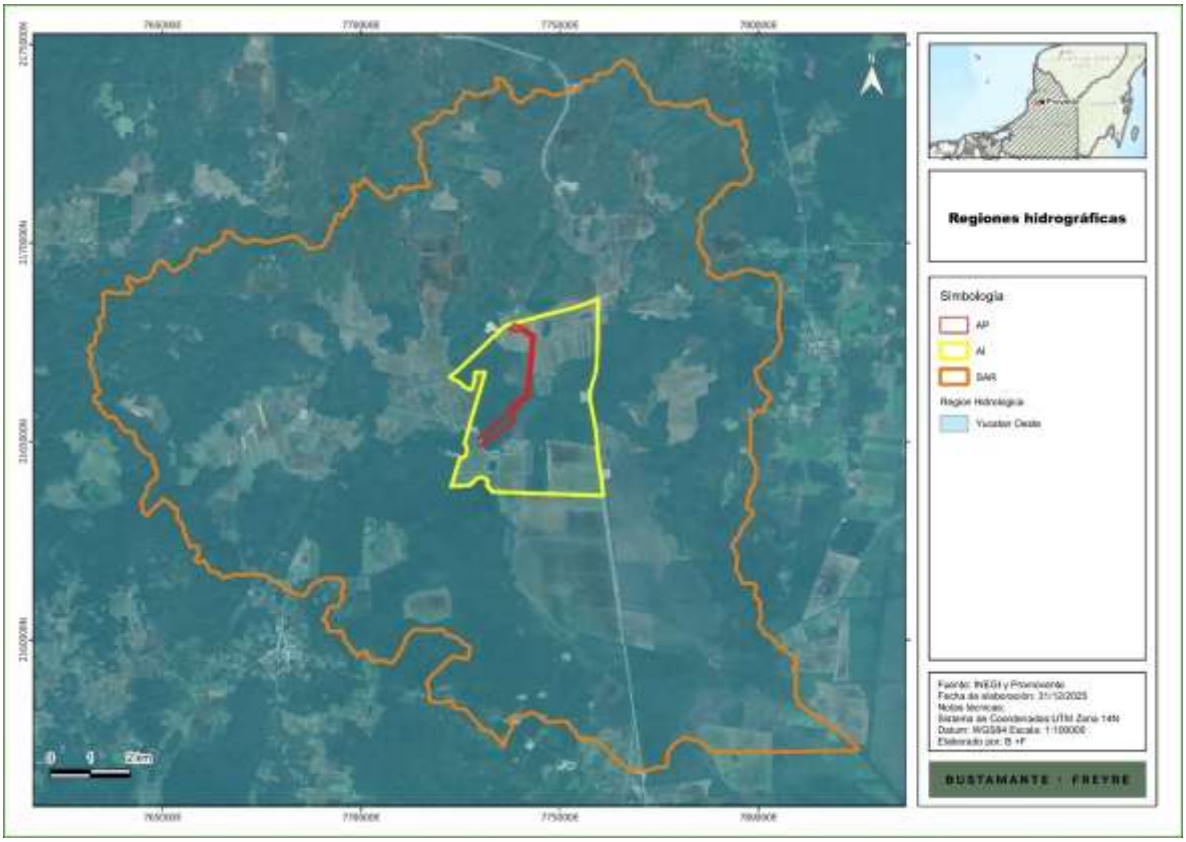
IV.3.1.6. Agua

IV.3.1.6.1. Hidrología superficial

Ubicación en la región hidrográfica, cuenca, subcuenca y microcuenca

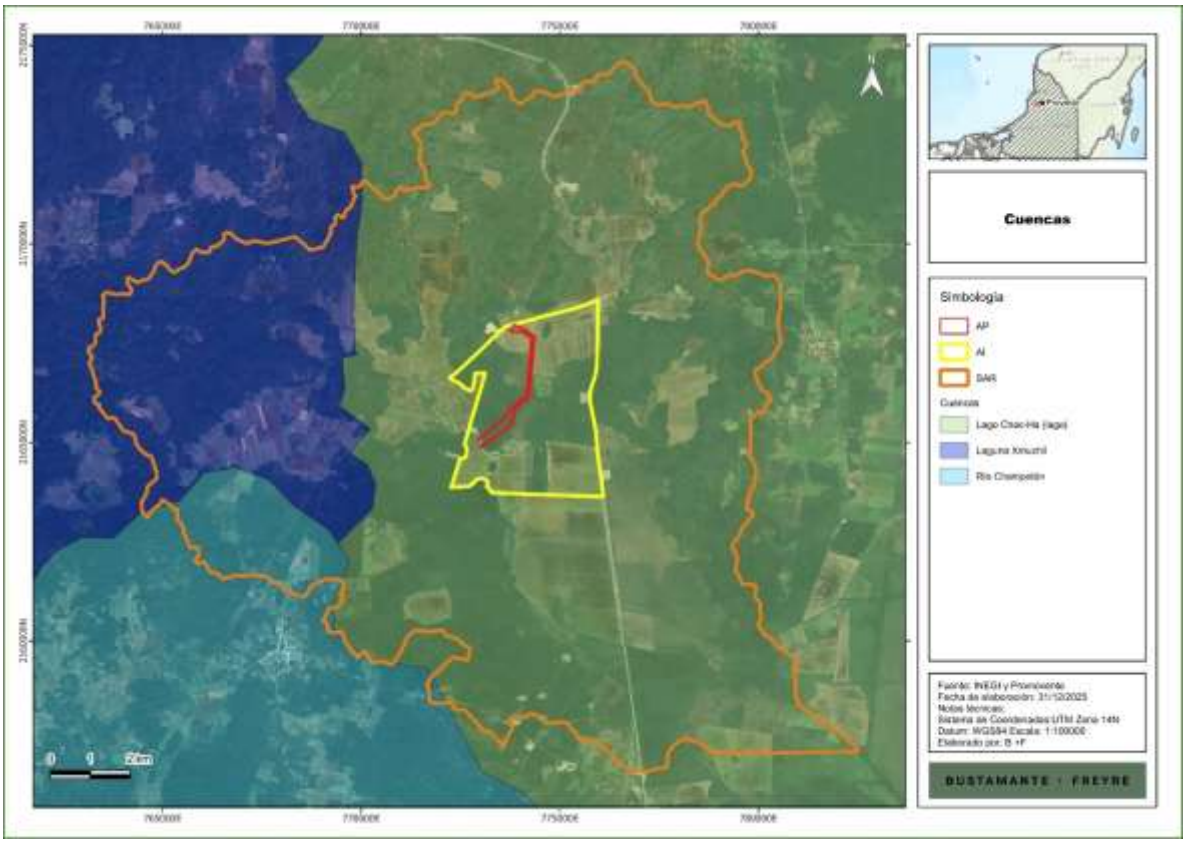
El **SAR**, **AI** y **AP** se ubican en la región hidrológica RH-31 Yucatán Oeste (Campeche) la cual es de tipo exorreica, así como en la cuenca Lago Chac-Ha, Laguna Xmuchil y Río Champotón, como se observa en las siguientes figuras.

Figura IV.24. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las regiones hidrográficas.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

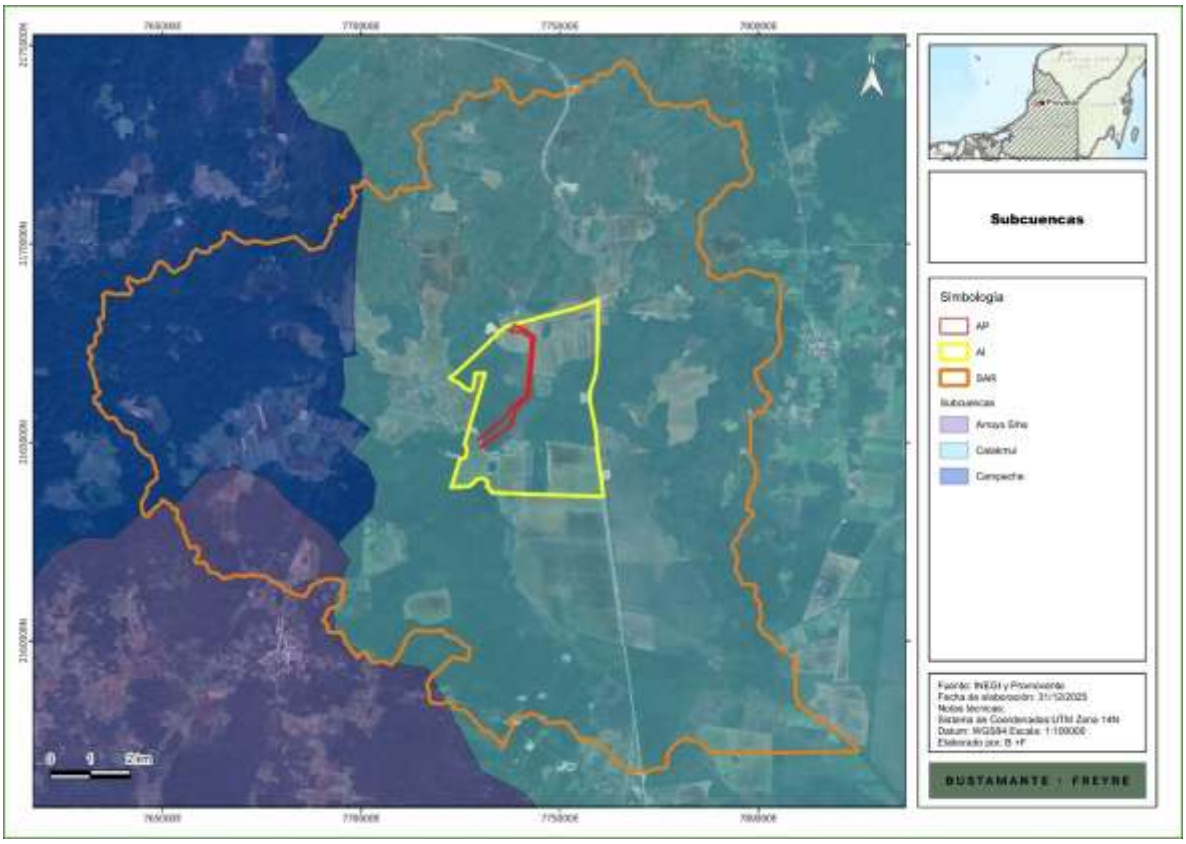
Figura IV.25. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las cuencas.



Así mismo, el **SAR** se ubica en las subcuencas Arroyo Siho, Calakmul y Campeche, en tanto que el **AI** y **Proyecto** se ubican únicamente en la subcuenca Calakmul, como se observa en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

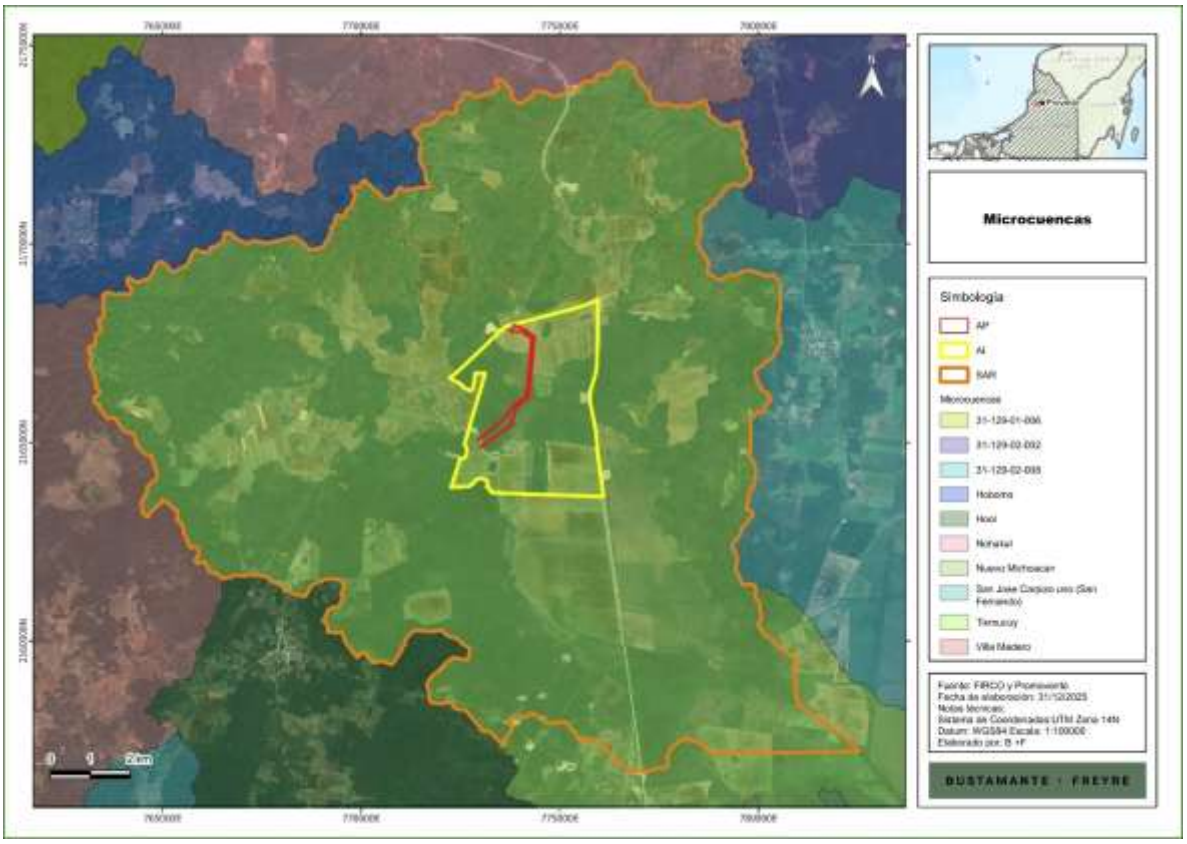
Figura IV.26. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a las subcuencas hidrológicas.



Por otro lado, de acuerdo con la cartografía de Microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido, el **SAR**, **AI** y **AP** se encuentran en la microcuenca de nombre Tixmucuy, como se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.27. Ubicación del SAR con respecto a las microcuencas.



Corrientes y cuerpos de agua

Con el objetivo de saber la interacción del **SAR, AI** y **AP** con la hidrografía del área, se realizó un compendio de datos de corrientes y cuerpos de agua de los datos registrados por el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL). De acuerdo con esta revisión se observó que, dentro del **SAR, AI** y **AP** se localizan escurrimientos de tipo intermitente, tal como se aprecia en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.28. Hidrología superficial del SAR, AI y AP.

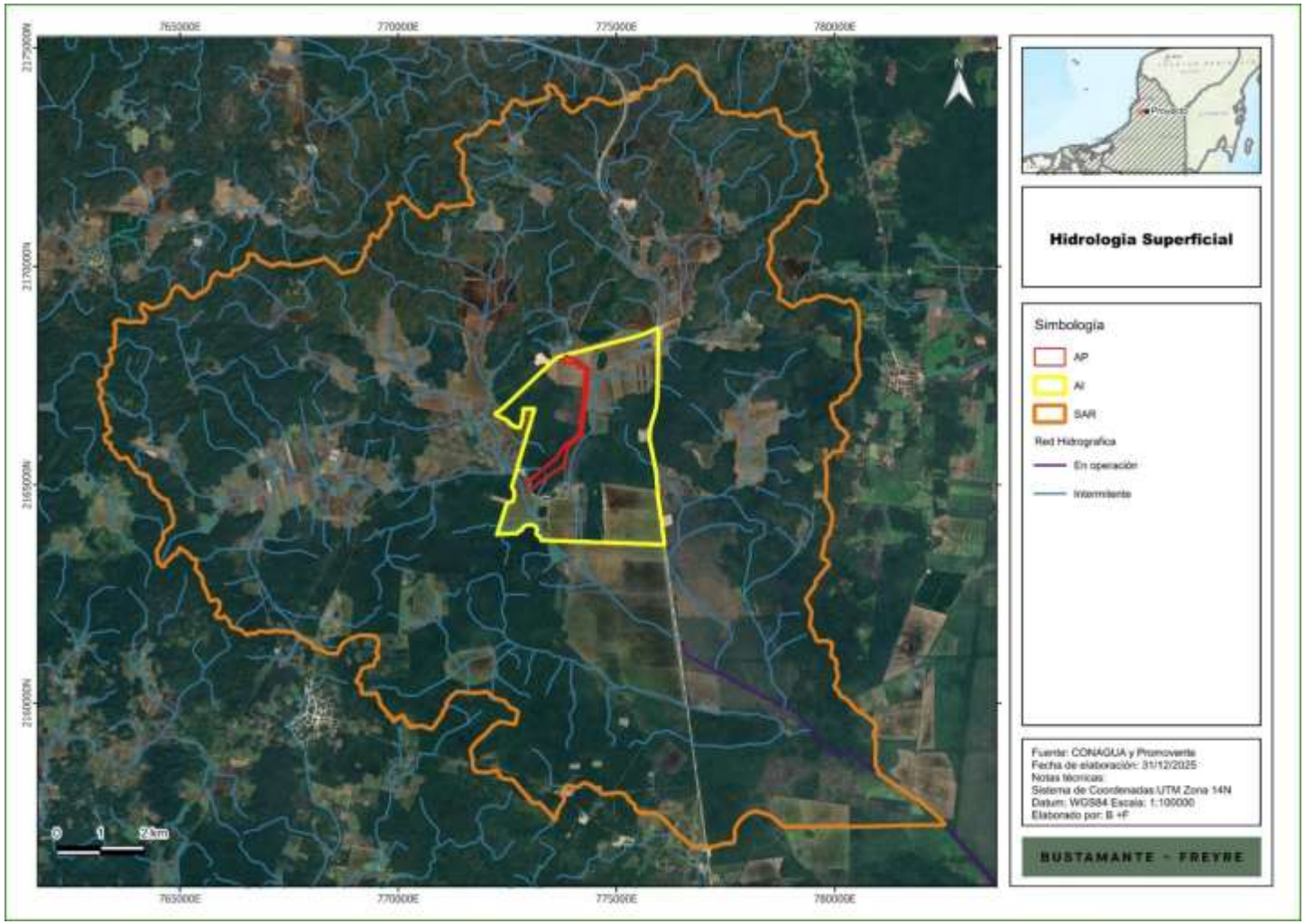


Figura IV.29. Hidrología superficial del SAR, AI y AP por orden.

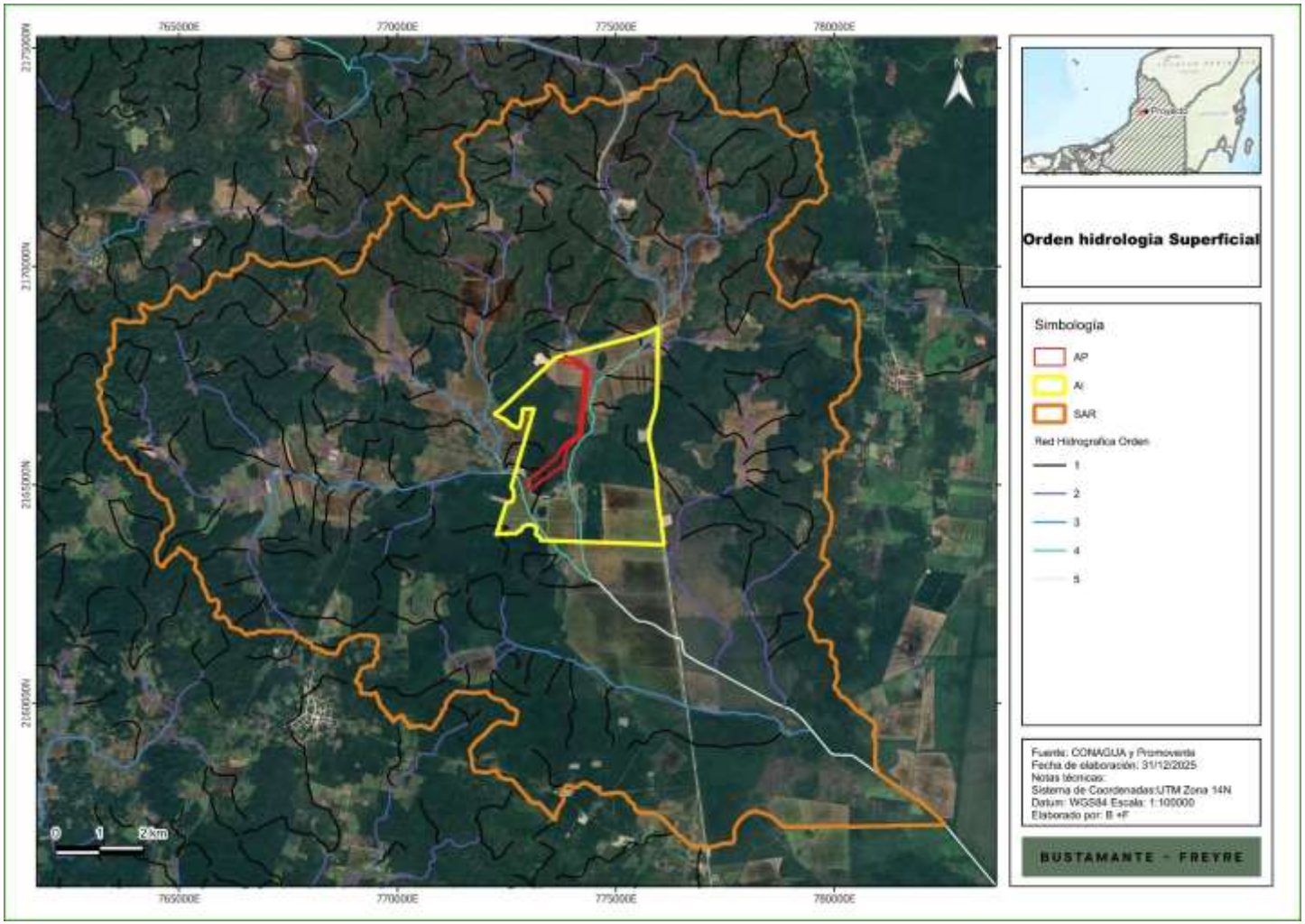
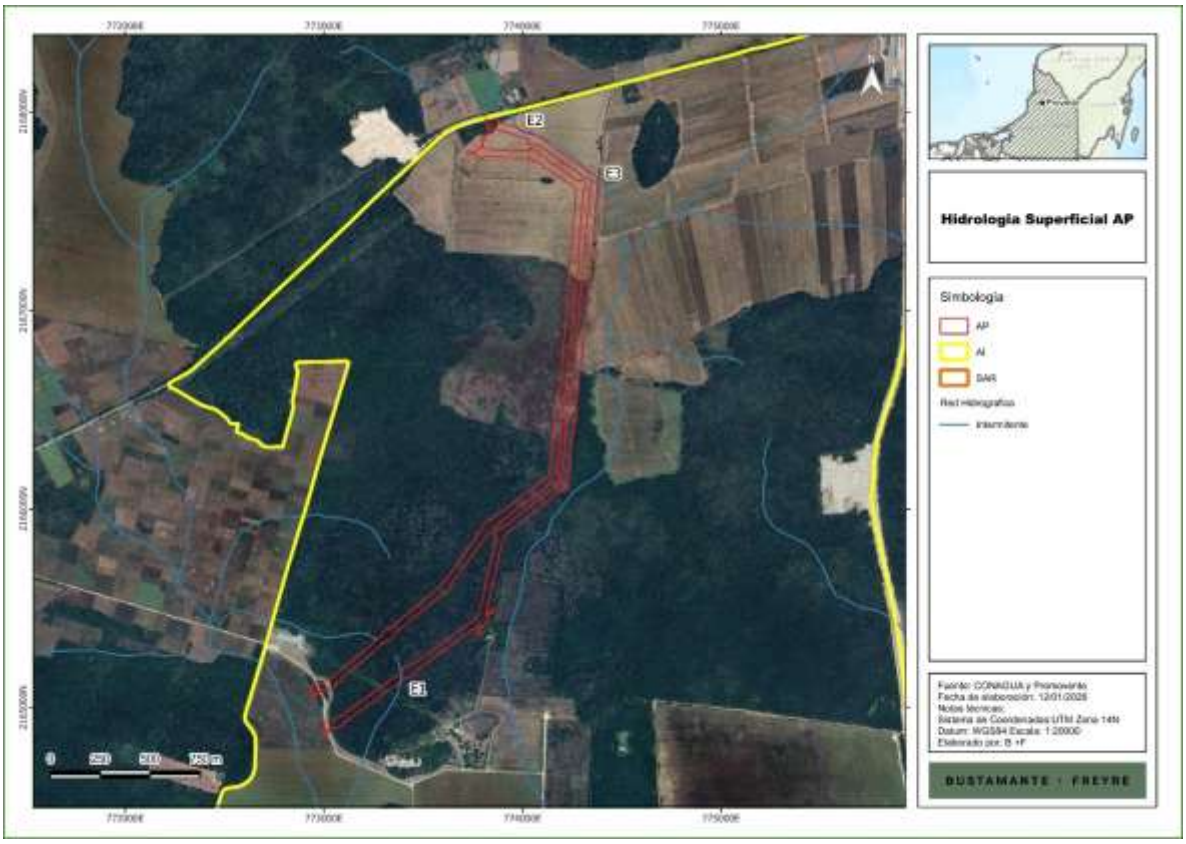


Figura IV.30. Hidrología superficial del AP.



En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de las secciones de los escurrimientos sobre los cuales incide el **AP**, así como su longitud de incidencia y orden.

Tabla IV.9. Escurrimientos con longitud por orden, condición y coordenadas (UTM zona 15N).

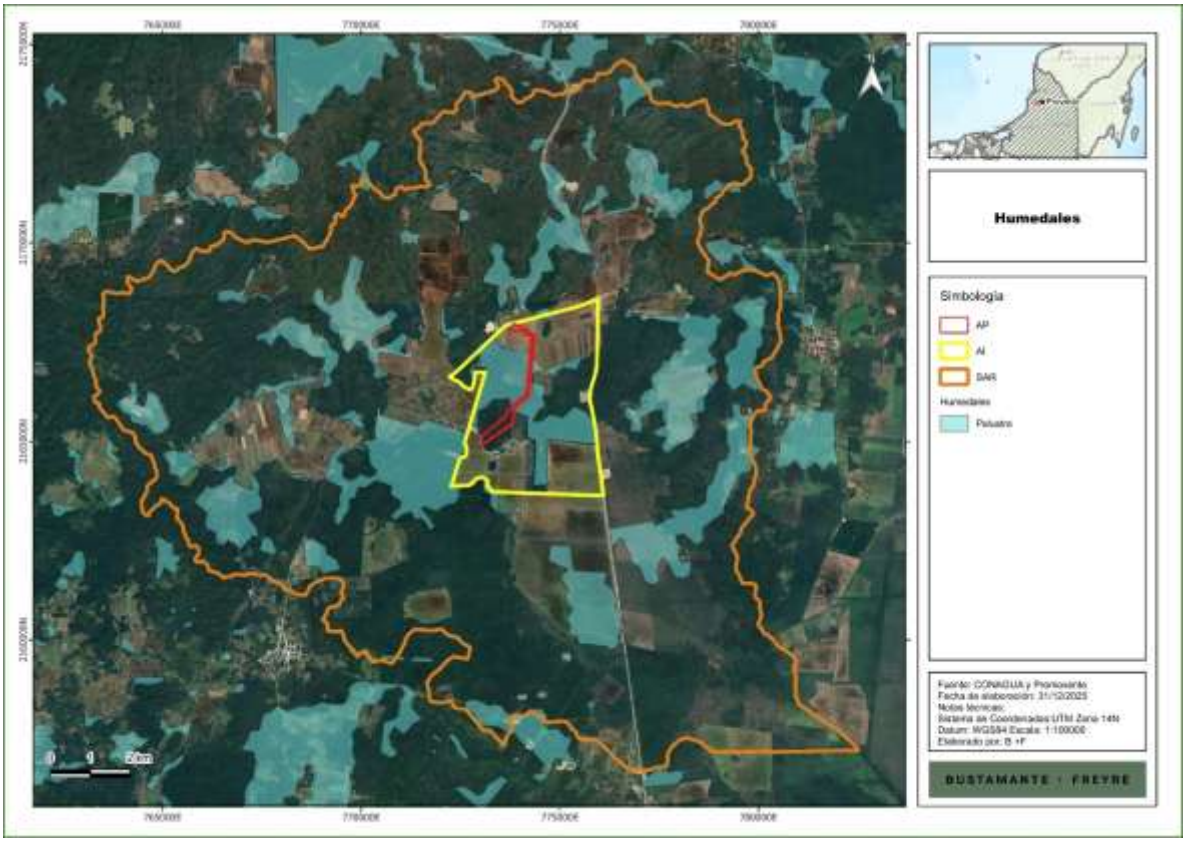
Escurrimiento	Longitud	Condición	Orden	Vertice	Coordenada X	Coordenada Y
E1	48.002 m	Intermitente	1	1	773389.977	2165176.93
		Intermitente	1	2	773391.999	2165154.00
		Intermitente	1	3	773385.995	2165129.72
E2	104.316 m	Intermitente	2	1	773982.600	2167914.71
		Intermitente	2	2	774001.828	2167895.60
		Intermitente	2	3	774047.523	2167889.42
		Intermitente	2	4	774077.270	2167880.18
E3	102.521 m	Intermitente	2	1	774315.843	2167713.84
		Intermitente	2	2	774321.339	2167705.28
		Intermitente	2	3	774338.861	2167667.06
		Intermitente	2	4	774375.818	2167636.01
		Intermitente	2	5	774377.629	2167634.96

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Humedales

De acuerdo con la cartografía de Inventario de Humedales de la Comisión Nacional del Agua, se observa que el **SAR**, **AI** y **AP** inciden en humedales clasificados como suelos palustres, según la distribución que se muestra en la siguiente figura.

Figura IV.31. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a los humedales.



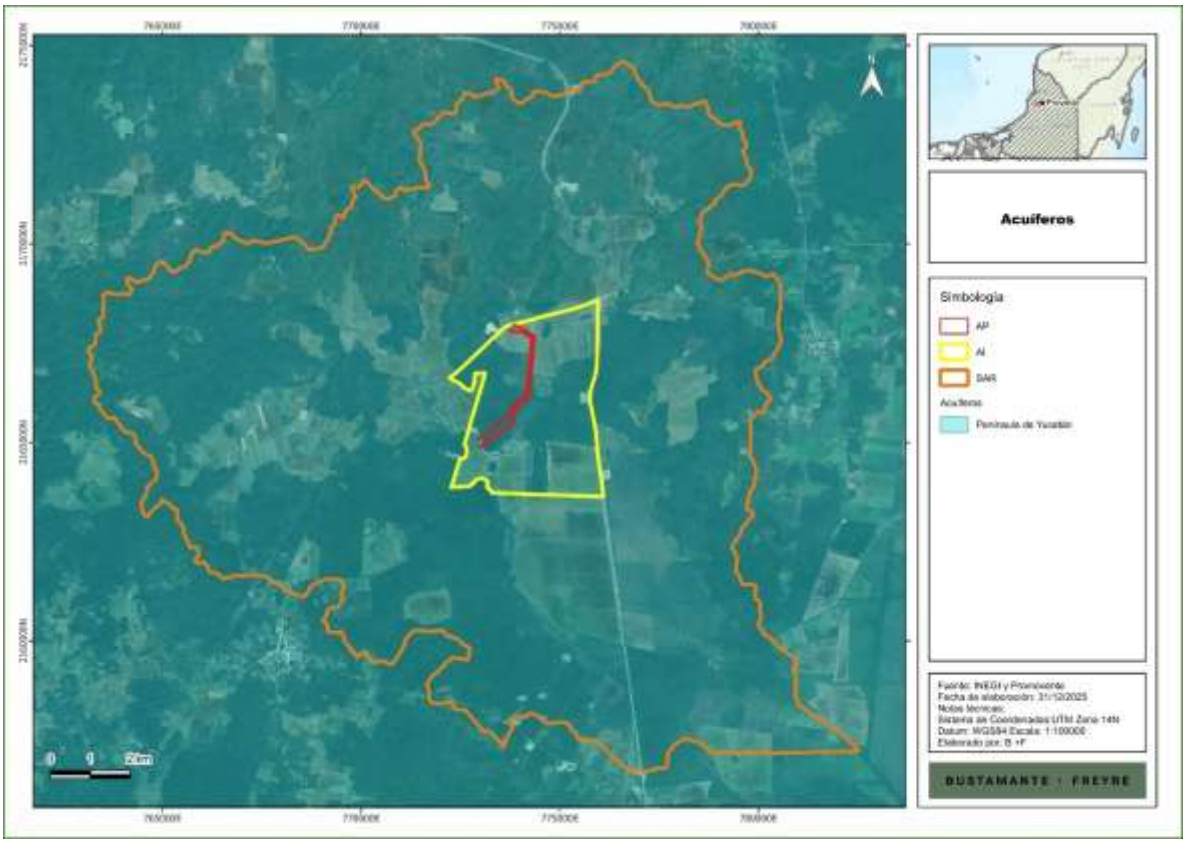
Los humedales palustres son ecosistemas acuáticos continentales de agua dulce, no afectados por las mareas oceánicas, que se caracterizan por tener aguas poco profundas y una vegetación dominada por árboles, arbustos o plantas emergentes.

IV.3.1.6.2. Hidrología subterránea

Según el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (**SIGMAS**) de la **CONAGUA**, el **SAR, AI** y **AP** inciden sobre el acuífero Península de Yucatán, el cual presenta disponibilidad de aguas subterráneas, este se muestra en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.32. Ubicación del SAR con respecto a los acuíferos.



El Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican, publicado en el **DOF** con fecha 09 de noviembre de 2023, indica la situación de los acuíferos en cuanto a su disponibilidad, déficit, volúmenes de recarga y descarga, así como volumen de extracción, estos datos para el acuífero sobre el cual inciden el **SAR**, **AI** y **AP** se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.10. Situación de los acuíferos en los cuales inciden el **SAR, AI** y **AP**.

Clave	Acuífero	R (hm^3/año)	DNC (hm^3/año)	VEAS (hm^3/año)	DMA (hm^3/año)	Déficit (hm^3/año)
3105	Península de Yucatán	14931.8	7686.8	5185.365077	2059.634923	-

R: Recarga media anual, DNC: Descarga natural comprometida, VEAS: Volumen de extracción de aguas subterráneas, DMA: Disponibilidad media anual.

Como se puede observar en la tabla anterior, el acuífero Península de Yucatán sobre el cual se ubica el **AI**, **AP** y el **SAR**, presenta una disponibilidad de 2059.63 hm^3/año de aguas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

subterráneas. Dicho acuífero presenta las siguientes características, según la CONAGUA (2023[7]).

El acuífero Península de Yucatán, definido con la clave 3105 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción suroriental de la República Mexicana y abarca los estados de Campeche, Yucatán y Quitina Roo.

El uso principal del agua es el agrícola. En la porción norte de su territorio se localiza el distrito de riego DR 048 "Ticul" y al sureste el DR 102 "Río Hondo", el cual también queda comprendido por el acuífero Xpujil.

La secuencia estratigrafía de la región en la que se localiza el acuífero está constituida por rocas calcáreas, cuya edad varía del Mioceno al Holoceno.

De acuerdo con la información geológica, geofísica, hidrogeológica y piezométrica, es posible definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, se encuentra constituido por calizas que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento, cuyo espesor va desde decenas de metros en las zonas costeras a cientos de metros al interior del continente.

Con respecto a la calidad del agua de este acuífero, se consultaron los indicadores de calidad del agua de la **CONAGUA**[8], estos indicadores presentan clases de semáforo verde, amarillo y rojo, los cuales dan información acerca del cumplimiento de los parámetros analizados, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.11. Parámetros de calidad del agua subterránea.

Parámetros analizados	Semáforo de calidad
Catorce indicadores Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total, Plomo Total, Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total	**Verde**
	Cumple con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados.
	Amarillo
	Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total
	Rojo
	Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total y Plomo Total

[7] CONAGUA. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html
[8] CONAGUA. https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]mx

Con base en la ubicación de los sitios de monitoreo de la CONAGUA se identificaron 2 puntos cercanos en el mismo acuífero sobre el que se ubica el **SAR**, como se muestra en la siguiente figura, ambos presentan un semáforo verde, es decir, cumple con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados.

Figura IV.33. Sitios de monitoreo de la calidad del agua subterránea en el SAR, AI o AP.



IV.3.1.7. Aire

Para describir la calidad del aire, se consultó el Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM), el INEM integrado por la SEMARNAT comprende información de las emisiones liberadas a la atmósfera de los contaminantes clasificados como criterio: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amonio (NH3), emitidos por las distintas fuentes. En el caso del contaminante criterio ozono (O3), el INEM comprende la estimación de sus dos principales precursores: óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles. En el INEM se clasifican cuatro tipos de fuentes emisoras:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Fuentes fijas o puntuales: son las instalaciones de ubicación fija, que tienen como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales de manufactura las cuales pueden generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

Fuentes de área: las fuentes de área representan aquellas fuentes pequeñas, numerosas y dispersas, y no pueden ser incluidas de manera eficiente en un inventario de fuentes fijas, sin embargo, colectivamente las fuentes de área representan un porcentaje significativo de las emisiones de contaminantes. En las fuentes de área se incluyen los comercios, servicios, casas habitación, entre otros.

Fuentes móviles (carreteras y no carreteras): se trata de los vehículos con motores de combustión y similares, que debido a su funcionamiento generan o pueden a generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Las fuentes móviles carreteras incluyen: tractocamiones, autobuses, camiones, automóviles, motocicletas; mientras que las fuentes móviles no carreteras comprenden: aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, embarcaciones, equipo y maquinarias.

Fuentes naturales: se trata de cualquier fuente o proceso natural en la vegetación y los suelos que generen emisiones, suelen incluirse las emisiones biogénicas, las emisiones del suelo y la erosión eólica.

De acuerdo con los datos del INEM, el municipio de Campeche en el cual se ubican la mayor parte del **SAR**, **AI** y **AP** presenta las siguientes emisiones, en donde destacan las emisiones de SO2 y CO.

Tabla IV.12. Toneladas de contaminantes criterio emitidos por municipio presente en el SAR, AI y AP.

Municipio	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
Campeche	2,370.87	1,514.32	107,849.67	26,859.43	10,236.08	10,518.22	2,509.06

Como se observa en la siguiente tabla, las emisiones de SO2 provienen principalmente de fuentes fijas de petróleo y petroquímica, así como generación de energía eléctrica, mientras que el CO proviene principalmente de fuentes móviles (vehículos de transporte), así como fuentes de área agropecuarias. Sin embargo, a nivel del SAR, AI y AP las que podrían tener mayor presencia debido a los usos de suelo e instalaciones identificadas son las fuentes agropecuarias y fuentes móviles de vehículos de transporte. Las fuentes agropecuarias son generadoras principalmente de NH3, específicamente de emisiones ganaderas y aplicación de fertilizantes, seguida de CO proveniente de quemas agrícolas. En el caso de las fuentes móviles general principalmente CO y NOx proveniente principalmente de motocicletas, autos particulares y autobuses.

Tabla IV.13. Toneladas de contaminantes criterio por tipo de fuente y municipio.

Tipo	Categoría	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
Área	**Agropecuarias**	**634.86**	**317.78**	**8.79**	**1460.31**	**68.18**	**168.23**	**2124.98**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]mx

Tipo	Categoría	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
	Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	959.17	0.00
	Fuentes industriales ligeras y comerciales	353.23	51.54	0.00	46.26	0.85	15.93	0.00
	Fuentes misceláneas	72.83	20.87	0.49	53.23	1.58	3.97	325.54
	Manejo de Residuos	0.15	0.13	0.00	1.24	0.02	129.87	0.00
	Quema de combustibles en fuentes estacionarias	35.65	34.32	1.04	406.97	50.56	86.30	0.12
	Uso de Solventes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1133.51	0.00
Fija	Alimentos y bebidas	0.37	0.37	0.34	1.30	5.28	1.03	0.00
	Extracción/Beneficio minerales no metálicos	28.81	28.81	26.81	89.70	406.37	35.76	0.00
	Generación de energía eléctrica	451.88	326.35	9787.97	82.03	584.55	12.47	13.13
	Industria textil	0.20	0.13	3.44	0.07	0.39	0.01	0.00
	Minerales no metálicos	61.96	61.96	57.02	230.32	880.54	227.31	0.00
	Petróleo y petroquímica	129.73	119.22	97755.92	283.20	2379.01	41.70	0.97
Móvil	**(en blanco)**	**601.20**	**552.83**	**207.83**	**24204.79**	**5674.74**	**2037.76**	**44.31**
Natural	(en blanco)	0.00	0.00	0.00	0.00	184.01	5665.20	0.00
Total en el municipio		**2,370.87**	**1514.32**	**107849.67**	**26859.43**	**10236.08**	**10518.22**	**2509.06**

IV.3.2. Medio biótico

IV.3.2.1. Uso de suelo y vegetación

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII del **INEGI**, escala 1:250,000, el **SAR** tienen incidencia en usos de suelo de bosque cultivado, pastizal cultivado, agricultura de riego y de temporal; así como en los tipos de vegetación de selva baja espinosa subperennifolia y selva mediana subcaducifolia en fase secundaria; mientras que, el **AI** y **AP** se encuentran en pastizal cultivado, agricultura de temporal y vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia; la superficie de ocupación en superficies por uso de suelo y vegetación (**USV**) en cada área se muestra en la siguiente tabla y figura.

Tabla IV.14. Superficie por uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI.

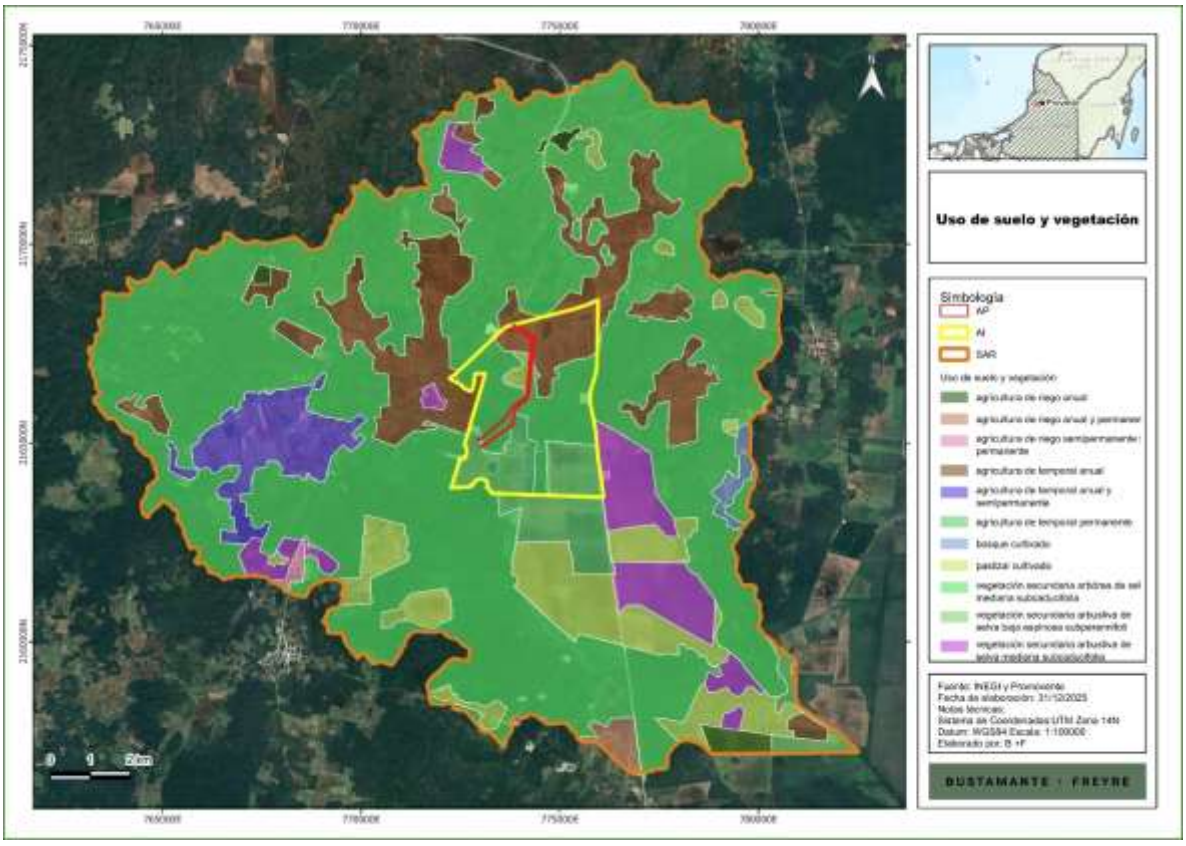
Clave	Descripción	SAR		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
BC	bosque cultivado	102.546	0.5%	0.000	0.0%	0.000	0.0%
PC	pastizal cultivado	1,631.933	8.1%	46.980	3.4%	8.148	27.8%
RA	agricultura de riego anual	147.105	0.7%	0.000	0.0%	0.000	0.0%
RAP	agricultura de riego anual y permanente	113.212	0.6%	0.000	0.0%	0.000	0.0%
RSP	agricultura de riego semipermanente y permanente	36.514	0.2%	0.000	0.0%	0.000	0.0%
TA	agricultura de temporal anual	2,436.221	12.0%	306.960	22.0%	8.171	27.9%
TAS	agricultura de temporal anual y semipermanente	766.039	3.8%	0.000	0.0%	0.000	0.0%

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]mx

Clave	Descripción	SAR		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
TP	agricultura de temporal permanente	792.620	3.9%	427.918	30.7%	1.611	5.5%
VSa/SBQ	vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifoli	141.431	0.7%	0.000	0.0%	0.000	0.0%
VSa/SMS	vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	1,022.035	5.1%	3.388	0.2%	0.000	0.0%
VSA/SMS	vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	13,035.079	64.5%	608.678	43.7%	11.336	38.7%
Total		20,224.735	100.0%	1,393.924	100.0%	29.266	100.0%

Figura IV.34. Uso de suelo y vegetación presente en el SAR, de acuerdo con el INEGI.



No obstante, se señala que en ocasiones la cartografía del **INEGI** por la escala a la cual se presenta, en ciertas zonas no corresponde con el uso de suelo o tipo de vegetación existente, lo cual se pudo apreciar con el muestreo y recorridos realizados en el sitio; por lo tanto, se realizó la corrección del uso de suelo y vegetación a nivel del **Área del Proyecto**, conforme a las características observadas en los sitios de muestreo y recorridos realizados

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]mx

en campo, a partir del cual se realizaron las correcciones en aquellas zonas en donde se detectó un uso de suelo o tipo de vegetación diferente al señalado por la cartografía.

Para determinar el uso actual del suelo y tipos de vegetación *in situ*, presentes en el **área del Proyecto**; se procedió a generar como base el archivo shapefile (shp) de uso actual del suelo y tipos de vegetación, el cual fue mediante un digitalizado a mano alzada sobre imagen de satélite Esri-DigitalGlobe, 2025 y sobre imagen de satélite Sentinel 2B setiembre 2025. También se utilizó como insumo el trazo del Proyecto toda la información generada en gabinete fue cotejada en campo. También se procedió a realizar una prospección en campo mediante recorridos y sitios de muestreo realizados en el **AI** y **SAR** para determinar los usos actuales del suelo y los tipos vegetación por cada uso de manera *in situ.*

La superficie obtenida de acuerdo con esta reclasificación se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.15. Superficie por uso de suelo y vegetación observado en campo.

Tipo	Descripción	Ha	%
Agricultura*	Maíz	8.248	28.2%
	Sorgo	7.997	27.3%
Vegetación forestal	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	13.021	44.5%
Total		29.266	100.0%

*Total agricultura = 16.245 (55.5%)

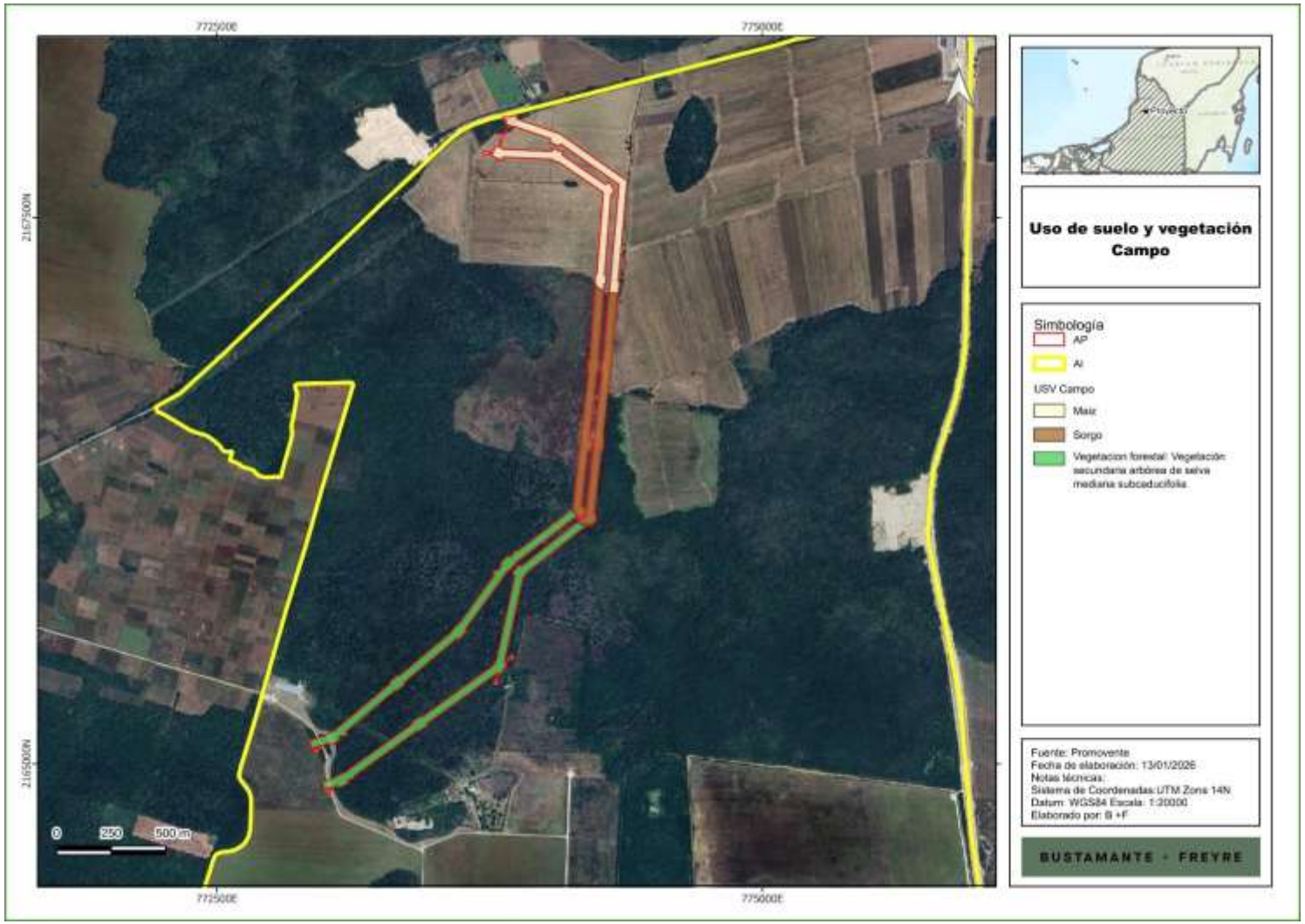
De acuerdo con la tabla anterior, la superficie forestal presente en el área del **Proyecto** corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, presente en una superficie de 13.021 ha en el **área del Proyecto**, lo cual representa el 44.5% de la superficie total.

En las siguientes figuras se muestra la distribución de los usos de suelo y vegetación en el **SAR, AI** y **AP**, conforme a la reclasificación de campo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

[redacted]mx

Figura IV.35. Uso de suelo y vegetación de campo a nivel del AP.



En seguida se presenta la descripción de los diferentes tipos de uso de suelo y vegetación de acuerdo con información del INEGI y de campo (2017).

- **Bosque cultivado**

Corresponde a plantaciones de árboles con diferentes usos, principalmente con fines comerciales.

- **Pastizal cultivado**

Vegetación dominada por herbáceas, principalmente gramíneas (pastos, zacates o graminoides). Se le encuentra en cualquier clima, casi todos los pastizales de nuestro país se emplean para la producción ganadera, casi siempre con una intensidad excesiva.

- **Agricultura**

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola.

Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

También es común encontrar zonas abandonadas con los cultivos mencionados y en donde las especies naturales han restablecido su sucesión natural al desaparecer la influencia del hombre; en estas condiciones las áreas se clasifican como vegetación natural de acuerdo a su fase sucesional o como vegetación primaria si predominan componentes arbóreos originales.

Por el tiempo de ocupación de los cultivos en el terreno, la actividad agrícola desarrollada podrá ser:

- Permanente: la ocupación del terreno para cultivo es mayor de cinco años.
- Nómada: la ocupación del terreno dura de uno a tres años y posteriormente se deja de utilizar.

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- 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. Las chinampas es un caso de este tipo.

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.

En el área del **Proyecto** se localizaron cultivos de sorgo y maíz en el 55.5% de la superficie total del **AP**, como se muestra en las siguientes evidencias fotográficas.

Figura IV.36. Condiciones agrícolas en el AP.



- **Selva baja espinosa subperennifolia**

Este tipo de comunidad vegetal se distribuye en los llamados “bajiales” o bajos inundables de la costa norte de Yucatán, centro y sur de Campeche, sur y noreste de Quintana Roo, así como en la parte central-sur del estado de Tabasco, desde Villahermosa hasta los límites con Campeche, incluyendo la parte sur de este estado en zonas con suelos inundables.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Los climas en donde se desarrolla son cálido-húmedo y subhúmedo con temperatura media anual mayor a los 24 °C y se desarrollan a altitudes a nivel del mar hasta los 100 msnm. Puede presentarse en condiciones climáticas similares a las de la selva alta perennifolia, la mediana subperenifolia, la mediana subcaducifolia y las sabanas. Se ubican en amplias hondonadas con suelo plano y profundo, con altos contenidos de arcilla, con gran deficiencia de drenaje, lo cual provocan que se acumule durante ciertos periodos de época de lluvias, el agua drenada en las zonas contiguas.

Esta selva está caracterizada por árboles bajos con alturas entre los 5 y 11 m, generalmente con los troncos muy torcidos; la densidad de los árboles puede ser bastante grande; acusan una fuerte disminución de plantas trepadoras y epífitas; el estrato herbáceo frecuentemente no existe. Son especies importantes: *Haematoxylum campechianum* (ek', tinto, palo de tinte), *Talisia floresii, Eugenia laevis, Terminalia buceras* (pukté'), *Metopium brownei (*chechem*), Coccoloba cozumelensis, Cameraria latifolia, Croton reflexifolius, Hyperbaena winzerlingii, Byrsonima bucidifol*ia (sakpaj), *Pachira aquatica* (zapote bobo, kuche'), *Byrsonima crassifolia, Crescentia alata, C. cujete, Curatella americana*, y *Coccoloba* sp. También la constituyen ciperáceas y gramíneas. Miranda (1958) dice que el número de bejucos, algunos de ellos de gran grosor, es frecuentemente elevado, así como el de plantas epífitas. Entre las epífitas están orquídeas como *Rhyncholaelia digbyana* y bromeliáceas como *Tillandsia* sp. Es notable la presencia de Pinus caribea rodeado de este tipo de vegetación.

- **Selva mediana subcaducifolia**

Se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre 1 000 y 1 250 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6 °C, con una temporada seca muy bien definida y prolongada. Los climas en los que prospera son los Am más secos y preferentemente los Aw. Se localiza entre los 150 y 1 250 m de altitud. El material parental que sustenta a este tipo de vegetación está constituido por rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros, con abundantes rocas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos.

Los valores de pH son francamente ácidos o cercanos a la neutralidad, aunque sin llegar a 7. En la Península de Yucatán, sus suelos, aunque pedregosos, tienen una pequeña capa de materia orgánica formada por la gran cantidad de hojas que dejan caer los árboles; se presentan afloramientos de rocas calcáreas de colores rojizos y blancos.

Especies importantes en este tipo de selva son: *Hymenaea courbaril* (guapinol, capomo), *Hura polyandra* (jabillo, habillo), *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo, ojoche), *Lysiloma latisiliquum, Enterolobium cyclocarpum* (pich, parota, orejón), *Piscidia piscipula* (habin), *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato), *Agave sp.* (ki), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Ficus spp*. (amate), *Aphananthe monoica*, *Astronium graveolens, Bernoullia flammea,*

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sideroxylon cartilagineum, Bursera arborea, Calophyllum brasiliense, Cordia alliodora, C. elaeagnoides, Tabebuia donnell-smithii, Dendropanax arboreus, Ficus cotinifolia, F. obtusifolia, F. maxima, Luehea candida, Lysiloma divaricatum, Sideroxylon capiri, Attalea cohune, Swietenia humilis, Tabebuia impetiginosa, T. rosea, Acacia polyphylla, Apoplanesia paniculata, Bursera excelsa Trichospermum mexicanum, Jacaratia mexicana, Ceiba aesculifolia, Croton draco, Coccoloba barbadensis, Cordia seleriana, Cupania glabra, Esenbeckia berlandieri, Eugenia michoacanensis, Euphorbia fulva, Exothea paniculata, Forchhammeria pallida, Inga laurina, Jatropha peltata, Haematoxylum campe chianum Plumeria rubra, Licania arborea, Psidium sartorianum, Swartzia simplex, Annona purpurea, Lonchocarpus lanceolatus, Diospyros digyna, Pithecellobium dulce, P. lanceolatum, Annona reticulata, Gyrocarpus jatrophifolius, Sideroxylon persimile, Godmania aesculifolia, Manilkara zapota, Vitex mollis, Calycophyllum candidissimum, Pterocarpus acapulcensis, Lafoensia punicifolia, Andira inermis, Morisonia americana, Homalium trichostemon Poeppigia procera, Tabebuia impetiginosa, Couepia polyandra, Erythroxylum areolatum, Dalbergia granadillo, Hauya elegans (yoá); *Ficus crocata* (amate), *Platymiscium dimorphandrum* (hormiguillo), *Guettarda combsii* (palo de tapón de pumpo), *Wimmeria bartlettii* (hoja menuda de montaña), *Ulmus mexicana, Maclura tinctoria y Myroxylon balsamum, Ceiba pentandra, Sideroxylon foetidissimum, Caesalpinia gaumeri, Cedrela odorata, Alseis yucatanensis, Spondias mombin, Pseudobombax ellipticum, Astronium graveolens, y Vitex hemsleyi*. Las formas de vida epífitas y las plantas trepadoras, así como el estrato herbáceo son reducidos en comparación con ambientes mucho más mesófilos. Como epífitas están algunas aráceas como *Anthurium tetragonum*, bromeliáceas como *Tillandsia brachycaulos* y orquídeas como *Catasetum integerrimum*.

En seguida se presentan las evidencias fotográficas de las condiciones de este tipo vegetación presente en el área del **Proyecto**.

Figura IV.37. Condiciones de vegetación de la vegetación secundaria arbórea selva mediana subcaducifolia en el AP.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.3.2.2. Flora

IV.3.2.2.1. Metodología de muestreo

El muestreo es una herramienta esencial en los inventarios forestales y florísticos, ya que, a partir de un fragmento de vegetación representativo, es posible hacer inferencias de una masa forestal, o ecosistema, tanto del estado actual de conservación como volumétrica con alto nivel de confiabilidad.

Para demostrar la suficiencia del muestreo se puede hacer a través de métodos estadísticos no paramétricos. Los métodos no paramétricos, se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado. En nuestro caso particular se optó por un método no paramétrico, que es la curva de acumulación de especies para el tipo de vegetación estudiada, como método no paramétrico.

A) Objetivo del muestreo

Obtener información florística para el cálculo y análisis de la diversidad florística, útil para el presente Capítulo y para fines dasométricos.

B) Criterios del esquema de muestreo

Técnico: que cumpla con los requerimientos técnicos del **DTU** (Análisis de diversidad para este capítulo), considerando las condiciones de logísticas en su ejecución.

Estadístico: que el tamaño de muestra resultante sea representativo y con la confiabilidad o fiabilidad suficiente, así como del criterio de independencia del muestreo del **SAR** con respecto al muestreo del **Área de Influencia** y **Área del Proyecto**. Para la suficiencia del muestreo se empleó un método estadístico no paramétrico, que es la curva de acumulación de especies, representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Por lo tanto, no se pueden asumir preliminarmente condiciones de confiabilidad y error de muestreo, como en los métodos estadísticos paramétricos. Sino que se tienen condiciones resultantes posterior o conforme al avance del muestreo.

Biológico: en la representatividad se busca muestrear objetivamente dentro de la **SAR**, solamente el mismo tipo de vegetación que se afectará por el **Proyecto**, para poder hacer la comparación de los parámetros diversidad de las especies de flora presentes en el **AP**, **AI** y **SAR**.

C) Definición de la población a muestrear

Se tomó como dato poblacional la superficie de la vegetación forestal existente en el área correspondiente al polígono del **Proyecto, con vegetación secundaria arbórea selva mediana subcaducifolia** determinada por especialistas en materia ambiental y forestal.

D) Tamaño y forma de los sitios de muestreo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

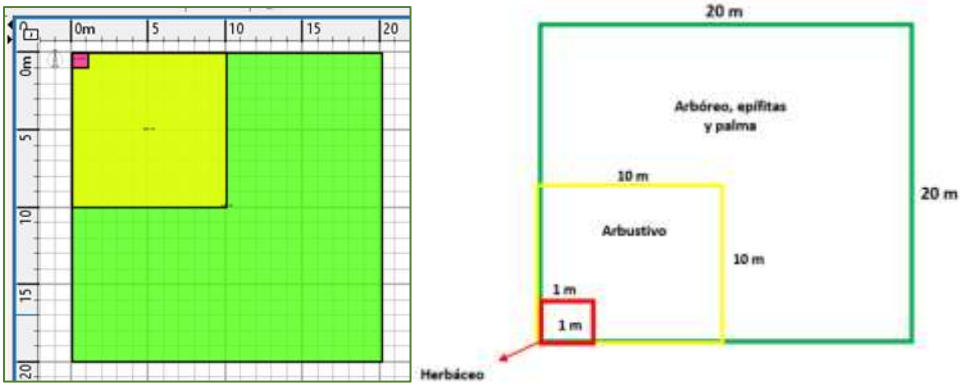
Se evaluaron 5 estratos de la vegetación existente en el área del **Proyecto**: siendo arbóreo, palmas, epífitas, arbustivo, y herbáceo, con los siguientes criterios.

- **Arbóreo**: Para la evaluación de los individuos del estrato arbóreo se emplearon sitios cuadrados con un área de 400 m^2, cuyos lados son de 20 X 20 m.
- **Palmas**: Para la evaluación de los individuos del estrato Palmas se emplearon sitios cuadrados con un área de 400 m^2, cuyos lados son de 20 X 20 m.
- **Epifitas**: Para la evaluación de los individuos del estrato correspondiente a las epifitas, se emplearon los mismos sitios que para el estrato arbóreo, de 400 m^2; cuyos lados son de 20 X 20 m. (en el AP no se registraron especies correspondientes a este grupo).
- **Arbustivo**: Para la evaluación de los individuos del estrato arbustivo, se emplearon sitios de 100 m^2; cuyos lados son de 10 X 10 m.
- **Herbáceo:** para la evaluación de las herbáceas y pastos se emplearon sitios cuadrados de 1 m^2, cuyas dimensiones fueron de 1x1 m.

Los sitios anteriores, se optó anidarlos en un conglomerado de sitios, semejante a los conglomerados del Inventario Nacional Forestal y de Suelos; los sitios de muestreo son de diferentes tamaños por estrato, dado que los estratos tienen comportamientos diferentes en su distribución espacial (densidad: individuos y por unidad de superficie), el diseño se observa en la siguiente figura.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.38. Forma y arreglo de los sitios de muestreo del inventario florístico y dasométrico.



E) Definición de variables

Los datos que se levantaron durante el inventario forestal fueron los siguientes:

1. Datos de identificación del sitio (variables clasificatorias):
   - Tipo de vegetación
   - Número de sitio
   - Fecha
   - Ubicación geográfica
2. Información ecológica (variables clasificatorias):
   - Nombre común
   - Nombre científico
   - Forma biológica
3. Información dasométrica del estrato arbóreo, arbustivo y palmas (variables cuantitativas):
   - Número progresivo del individuo hallado en el sitio
   - Diámetro normal (cm) o diámetro basal
   - Diámetro de copa (DC)
   - Altura total (m).
4. Información dasométrica del estrato herbáceo y epífitas (variables cuantitativas):
   - Cantidad de individuos en el sitio de muestreo
   - Cobertura del estrato dentro del sitio de muestreo en porcentaje
   - Altura total (m).

Además, para evitar la sobreestimación se tomaron las siguientes consideraciones:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Para el estrato arbóreo, sólo se consideraron arboles cuyo diámetro normal fuera igual o superior a los 7.5 cm (considerados como individuo para el cálculo del volumen maderable).
- Para el estrato arbustivo, se consideraron brazos de un (uno) individuo, aquellos tallos que por su proximidad formaban "colonias", es decir un individuo con "n" cantidad de brazos. Cuando fue evidente su separación o su independencia, se registraron sus datos como organismo independiente.

F) Tamaño de muestra

Para determinar el número de sitios de muestreo (tamaño de muestra) No se utilizó algún modelo matemático paramétrico ya que la suficiencia del muestreo se determinó a través de la curva de acumulación de especies. Los resultados se presentan más adelante resultado que el tamaño de muestra fue representativo.

G) Suficiencia de muestreo

Para determinar la suficiencia del muestreo se empleó el método de curvas de acumulación de especies, para cada muestra por estrato vegetal, muestreado para referir el nivel del Área de **Proyecto**, para vegetación secundaria arbórea selva mediana subcaducifolia.

Método no paramétrico: curva de acumulación de especies

Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es por esto por lo que, en una gráfica de curvas de acumulación, el eje "Y" es definido por el número de especies acumuladas y el eje "X" por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos (Villarreal *et al*., 2006). Para llegar a la curva de acumulación de especies se utilizan **estimadores no paramétricos,** que en el software *EstimateS 9.10*, corresponden a ACE y Chao 1 basados en abundancia.

Procedimiento

- Se tomó como punto inicial la base de datos construida con los datos del inventario realizado a nivel AP.
- Se construyó una matriz de datos, en la que las filas representan las especies y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo. Esta matriz contiene datos de abundancia. El archivo se guardó en formato de texto delimitado por tabulaciones.
- El archivo se cargó en el programa EstimateS 9.10.
- De la tabla de resultados tomamos en cuenta dos primeras columnas: el número de muestras y el número de especies promedio acumuladas.
- Los resultados se exportaron a Excel® y se graficaron los resultados de las columnas correspondientes a S est, Chao 1, Chao 2, ICE y ACE.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- El criterio de decisión para determinar la representatividad es: a partir de proporciones superiores al 70% las estimaciones de la riqueza asintótica se hacen estables (J. Hortal & J. M. Lobo, 2002).

La construcción y manejo de la base de datos fue a través de la Herramienta “Tablas dinámicas” de Excel®, hasta obtener una matriz de frecuencias; donde las filas corresponden a las especies encontradas y las columnas a las unidades de esfuerzo de muestreo.

H) Distribución de los sitios de muestreo

Con la finalidad de obtener una mayor representatividad de la composición florística del tipo de vegetación, los sitios de muestreo fueron ubicados en las áreas con el mismo tipo de vegetación que se verá afectada por parte del Proyecto. En este sentido se optó de un muestreo dirigido que para el fin que nos ocupa es ideal.

El muestreo dirigido, consiste en seleccionar las unidades elementales o muéstrales de la población según el juicio y la opinión de los encuestadores, o el responsable del muestreo. Tiene a favor de enfocarse en las unidades muéstrales más importantes con toda seguridad; como desventaja, la muestra no es aleatoria; pero para compensar la falta de aleatoriedad, el responsable técnico forestal ubicó los sitios en gabinete sobre base cartográfica (shp de uso del suelo y tipos de vegetación), para ubicarlos en campo con la ayuda de un GPS, y evaluar las condiciones particulares del sitio (variables de interés).

- **Conformación del trazo**

El Proyecto suma una superficie de 29.266 hectáreas, de las cuales 13.021 hectáreas albergan vegetación forestal (vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia).

- **Fragmentación de la vegetación**

La vegetación no es continua como se desearía, esto le quita la posibilidad de emplear una distribución sistemática de los sitios de muestreo. Siendo la distribución dirigida, la mejor para los sitios de muestreo propuestos.

- **Ubicación de los sitios**

Al tener la condición de suficiencia del muestreo (según la metodología descrita) se tiene un tamaño de muestra resultante de 8 sitios para el AP, mismo tamaño que se replicó para el SAR y AI en el mismo tipo de vegetación; estos sitios se propusieron desde gabinete sobre imagen de satélite conforme a la experiencia del equipo consultor. **El período de muestreo para la flora fue del 18 al 28 diciembre 2025.**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Las coordenadas del estrato arbóreo tienen el mismo vértice inicial coincide con el estrato arbustivo, epífitas, palmas y herbáceo; dichas coordenadas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.16. Coordenadas de los sitios de muestreo de estrato arbóreo, palmas y epífitas.

Área del Proyecto				Área de Influencia				Sistema Ambiental Regional			
Sitio	Vértice	X	Y	Sitio	Vértice	X	Y	Sitio	Vértice	X	Y
1	V1	773852	2165675	1	V1	774460	2165146	1	V1	775276	2169736
	V2	773844	2165676		V2	774447	2165147		V2	775255	2169742
	V3	773859	2165693		V3	774466	2165165		V3	775272	2169762
	V4	773843	2165693		V4	774448	2165166		V4	775250	2169761
2	V1	774085	2166015	2	V1	773185	2166910	2	V1	776468	2168000
	V2	774079	2166022		V2	773172	2166912		V2	776454	2168006
	V3	774105	2166036		V3	773185	2166932		V3	776467	2168024
	V4	774089	2166036		V4	773164	2166931		V4	776450	2168024
3	V1	773878	2165935	3	V1	773433	2167148	3	V1	769265	2161764
	V2	773867	2165949		V2	773414	2167150		V2	769249	2161768
	V3	773888	2165962		V3	773421	2167169		V3	769260	2161785
	V4	773891	2165948		V4	773406	2167170		V4	769246	2161789
4	V1	773809	2165475	4	V1	773181	2165882	4	V1	777131	2158452
	V2	773800	2165480		V2	773173	2165881		V2	777128	2158460
	V3	773818	2165492		V3	773180	2165902		V3	777142	2158461
	V4	773796	2165496		V4	773161	2165901		V4	777132	2158466
5	V1	773557	2165554	5	V1	772917	2165595	5	V1	766344	2162510
	V2	773545	2165568		V2	772900	2165595		V2	766329	2162510
	V3	773567	2165571		V3	772914	2165614		V3	766340	2162530
	V4	773559	2165577		V4	772894	2165615		V4	766323	2162522
6	V1	773359	2165129	6	V1	775407	2166103	6	V1	769363	2166457
	V2	773354	2165140		V2	775392	2166102		V2	769345	2166464
	V3	773373	2165136		V3	775398	2166123		V3	769358	2166480
	V4	773370	2165153		V4	775385	2166121		V4	769344	2166480
7	V1	773087	2165157	7	V1A	775663	2165512	7	V1A	770260	2164320
	V2	773080	2165171		V2	775648	2165510		V2	770247	2164325
	V3	773102	2165173		V3	775662	2165529		V3	770255	2164345
	V4	773092	2165192		V4	775647	2165529		V4	770240	2164343
8	V1	773322	2165352	8	V1	774539	2164273	8	V1	778630	2167953
	V2	773303	2165366		V2	774521	2164270		V2	778610	2167949
	V3	773337	2165367		V3	774535	2164273		V3	778624	2167971
	V4	773322	2165380		V4	774516	2164292		V4	778607	2167066

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.17. Coordenadas de los sitios de muestreo de estrato arbustivo.

Área del Proyecto				Área de Influencia				Sistema Ambiental Regional			
Sitio	Vértice	X	Y	Sitio	Vértice	X	Y	Sitio	Vértice	X	Y
1	A	773852	2165675	1	A	774460	2165146	1	A	775276	2169736
	B	773850	2165682		B	774451	2165157		B	775264	2169761
	C	773851	2165683		C	774456	2165158		C	775262	2169752
	D	773856	2165684		D	774464	2165157		D	775273	2169752
2	A	774085	2166015	2	A	773185	2166910	2	A	776468	2168000
	B	774084	2166018		B	773184	2166910		B	776460	2168008
	C	774079	2166030		C	773181	2166922		C	776464	2168015
	D	774102	2166022		D	773183	2166926		D	776467	2168018
3	A	773878	2165935	3	A	773433	2167148	3	A	769265	2161764
	B	773872	2165941		B	773426	2167149		B	769257	2161762
	C	773891	2165944		C	773417	2167166		C	769256	2161775
	D	773886	2165941		D	773424	2167163		D	769261	2161778
4	A	773809	2165475	4	A	773181	2165882	4	A	777131	2158452
	B	773801	2165477		B	773179	2165880		B	777132	2158456
	C	773804	2165483		C	773181	2165891		C	777137	2158457
	D	773812	2165481		D	773185	2165895		D	777139	2158457
5	A	773557	2165554	5	A	772917	2165595	5	A	766344	2162510
	B	773563	2165562		B	772912	2165597		B	766338	2162511
	C	773566	2165561		C	772909	2165606		C	766337	2162523
	D	773567	2165563		D	772917	2165606		D	766343	2162522
6	A	773359	2165129	6	A	775407	2166103	6	A	769363	2166457
	B	773354	2165132		B	775385	2166102		B	769359	2166464
	C	773363	2165138		C	775399	2166114		C	769359	2166473
	D	773367	2165133		D	775403	2166116		D	769361	2166477
7	A	773087	2165157	7	A	775663	2165512	7	A	770260	2164320
	B	773082	2165164		B	775658	2165509		B	770249	2164330
	C	773088	2165171		C	775657	2165520		C	770252	2164337
	D	773094	2165164		D	775665	2165522		D	770258	2164340
8	A	773322	2165352	8	A	774539	2164273	8	A	778630	2167953
	B	773319	2165352		B	774531	2164272		B	778618	2167952
	C	773332	2165366		C	774532	2164282		C	778621	2167960
	D	773332	2165362		D	774538	2164287		D	778625	2167962

Tabla IV.18. Coordenadas de los sitios de muestreo del estrato herbáceo.

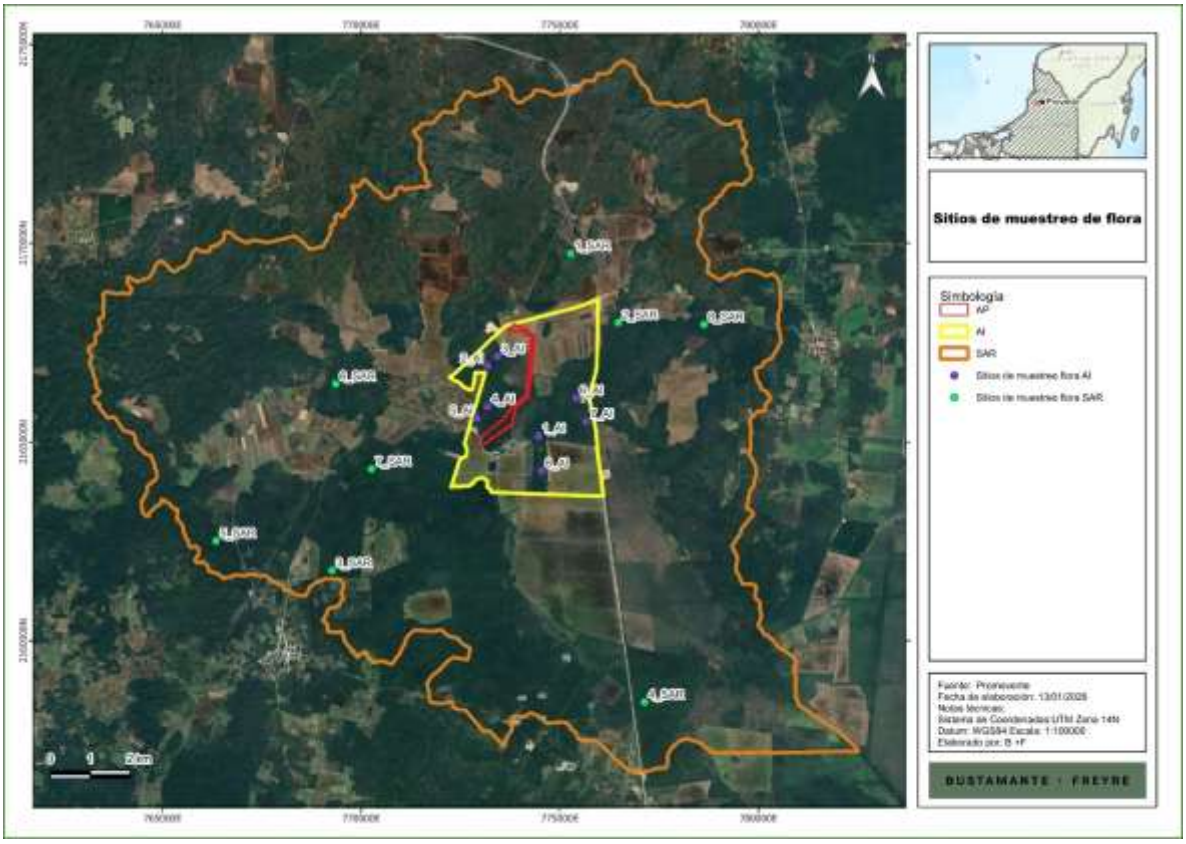
Área del Proyecto				Área de Influencia				Sistema Ambiental Regional			
Sitio	Vértice	X	Y	Sitio	Vértice	X	Y	Sitio	Vértice	X	Y
1	V1/A	773852	2165675	1	V1/A	774460	2165146	1	V1/A	775276	2169736
2	V1/A	774085	2166015	2	V1/A	773185	2166910	2	V1/A	776468	2168000
3	V1/A	773878	2165935	3	V1/A	773433	2167148	3	V1/A	769265	2161764
4	V1/A	773809	2165475	4	V1/A	773181	2165882	4	V1/A	777131	2158452
5	V1/A	773557	2165554	5	V1/A	772917	2165595	5	V1/A	766344	2162510
6	V1/A	773359	2165129	6	V1/A	775407	2166103	6	V1/A	769363	2166457
7	V1/A	773087	2165157	7	V1/A	775663	2165512	7	V1/A	770260	2164320

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Área del Proyecto				Área de Influencia				Sistema Ambiental Regional			
Sitio	Vértice	X	Y	Sitio	Vértice	X	Y	Sitio	Vértice	X	Y
8	V1/A	773322	2165352	8	V1/A	774539	2164273	8	V1/A	778630	2167953

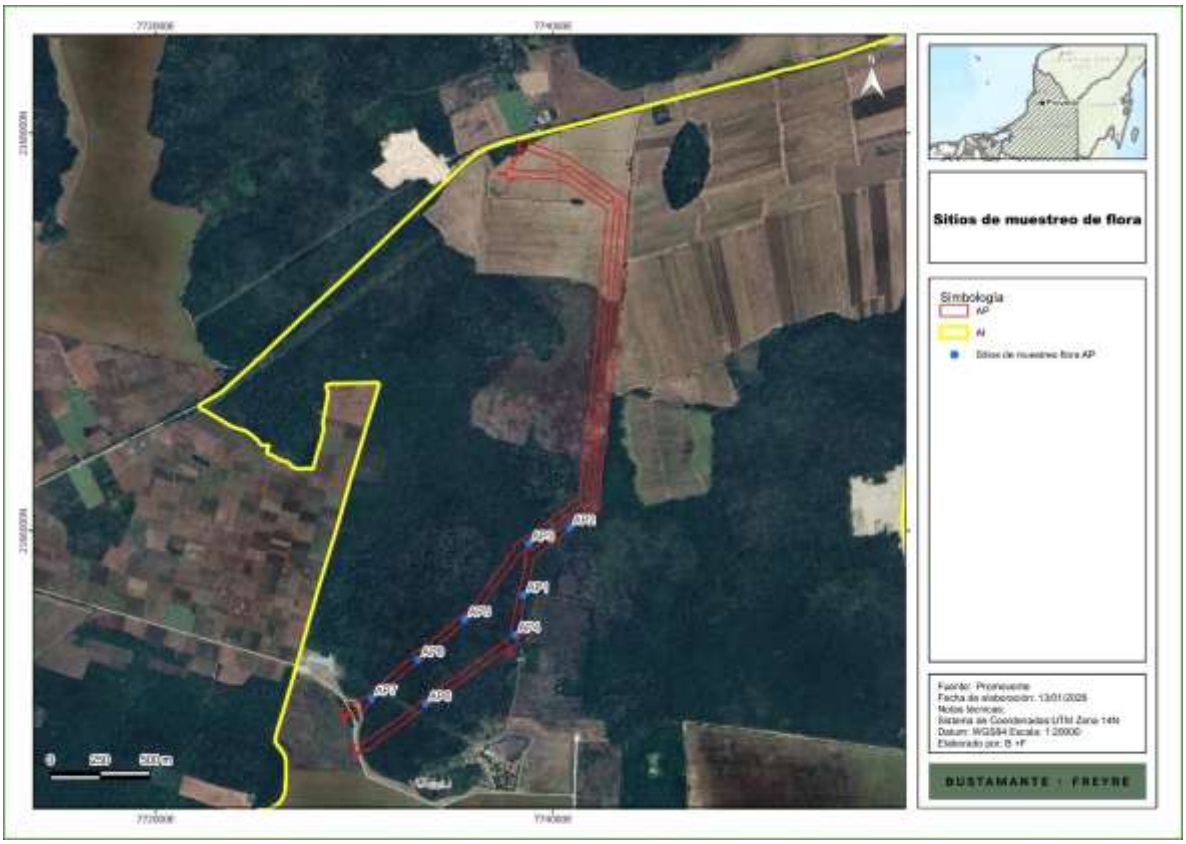
Así mismo, en las siguientes figuras se muestra la distribución de los sitios de muestreo.

Figura IV.39. Ubicación de los sitios de muestreo de flora del SAR y AI.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.40. Ubicación de los sitios de muestreo de flora del AP.



I) Indicadores de diversidad

Para evaluar la diversidad estructural, se utilizó la distribución proporcional de cada especie a partir del Índice Valor de Importancia y para calcular la riqueza específica se utilizó el Índice de Shannon.

- **Valor de importancia relativo**

La metodología empleada para determinar el Índice del Valor de Importancia se sustenta en lo descrito por Heverástico *et al*., 2003 en la Serie Botánica 74(2): 209-230 del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El **Índice de Valor de Importancia (IVI)** es la sumatoria de densidad relativa, frecuencia y dominancia relativas. El Índice de Valor de Importancia Relativo describe la estructura y composición florística de las especies en la muestra, es decir describe el nivel de relevancia de una especie determinada con respecto a las demás especies o del total de especies en función de la dimensión de los individuos. A continuación, se describe la metodología empleada para la obtención de la densidad relativa, frecuencia y dominancia relativas:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Densidad relativa (Abundancia relativa):

La densidad (D) es el número de individuos por especie por unidad de superficie; la densidad relativa (DR) es la densidad (D) dividida por la sumatoria de las densidades de todas las especies x 100.

$$DR = \left(\frac{D}{\sum Densidades\ de\ todas\ las\ especies}\right) x\ 100$$

Donde:

DR: Densidad Relativa (Abundancia Relativa)

D: Número de individuos de una especie por hectárea (densidad o abundancia por especie)

La densidad (D) se tiene calcula a partir de la densidad por especie en la muestra dividida por el área del sitio de muestreo por estrato x 10,000:

$$D = \left(\frac{dm}{Área\ del\ sitio\ de\ muestreo\ por\ estrato}\right) x\ 10\ 000$$

Donde:

D: Densidad por especie (número de individuos de una especie por hectárea)

dm: densidad por especie en la muestra

El área del sitio de muestreo está dada por el diseño de muestreo, es decir para los estratos arbóreo, epífitas y palmas el área del sitio fue de **400 m²**, para el estrato arbustivo fue de **100 m²**, y para el estrato herbáceo **1 m²**.

La densidad por especie en la muestra (dm), se calcula a partir de la suma del número de individuos en la muestra por especie dividida por la suma del número de sitios por tipo de vegetación.

$$dm = \frac{\sum numero\ de\ individuos\ en\ la\ muestra\ por\ especie}{\sum número\ de\ sitios\ por\ tipo\ de\ vegetación}$$

Frecuencia relativa:

La frecuencia (F) es el número de sitios en las que se presenta una especie y la frecuencia relativa (FR) es la frecuencia dividida por la suma de las frecuencias de todas las especies x 100.

$$R = \left(\frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ x}{\sum de\ las\ frecuencias\ de\ todas\ las\ especies}\right) x\ 100$$

Dominancia relativa:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La dominancia relativa en árboles, arbustos y cactáceas se calcula a partir del área basal de estos por especie, mientras que para herbáceas y pastos se puede expresar únicamente como porcentaje de cobertura por especie. Para el cálculo de área basal:

$$\mathbf{AB= Dn^2\pi/4}$$

Donde:

AB: Área basal en m^2/ha

Dn: diámetro normal en m

π=3.1416

$$DmR = \frac{Área\ basal\ de\ la\ especie\ x}{\sum área\ basal\ de\ todas\ las\ especies}\ (100)$$

El **Índice de Valor de Importancia** (**IVI**), se obtiene de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{IVI} = DR + FR + DmR$$

Donde

DR = Densidad Relativa

FR = Frecuencia Relativa

DmR = Dominancia relativa.

- **Índice de Shannon-Wiener**

El índice de Shannon-Wiener (H') como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad de la que se conoce el número total de especies (S). También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos (ni), es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativas. Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la de equitabilidad (J) debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas (Magurran, 1988).

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

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Donde:

H': Índice de Shannon-Wiener

Pi: Proporción de individuos de una especie en la muestra

S= Número total de especies en la comunidad

∑**pi**: Sumatoria del número de individuos de todas las especies en la muestra

De acuerdo con Somarriba (1999) en la Revista Agroforestería en las Américas del CATIE, en el Vol. 6 No. 23, menciona que la base del logaritmo puede ser base "e", binario, decimal, etc. **En este caso en particular se decidió optar por el logaritmo natural para cálculo de índice de diversidad para demostrar la excepcionalidad.**

Para complementar el índice es preciso determinar la equidad en cada comunidad, parámetro que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

La expresión para su determinación es:

$$E = H'/H'max$$

Donde:

H´= Índice obtenido

H´max = diversidad máxima esperada

Y para la obtención de H'max es:

$$H´max = ln\ (S)$$

Donde:

S= Número total de especies en la comunidad

H´max = diversidad máxima esperada

LN = Logaritmo natural.

En el estrato herbáceo los datos que se tomaron en campo fueron cobertura (%), altura media (m) y el número de individuos, todos estos datos por especie por sitio, por tanto, para la dominancia absoluta y dominancia relativa al no contar con el diámetro y área basal como en los otros estratos, en este caso se tomó la cobertura para caracterizar la estructura horizontal del estrato herbáceo (cobertura absoluta y cobertura relativa).

Daubenmire sugiere los principales parámetros utilizados como descriptores fitosociológicos de la vegetación, los mismos que podrían ser utilizados para caracterizar la estructura horizontal de la vegetación, estos datos se indican en la siguiente tabla y son

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

arreglados en valores crudos o absolutos y valores relativos, en relación con si representan los datos de una especie respecto de un área, o la relación entre esa especie respecto del total de especies, respectivamente.

Tabla IV.19. Descriptores fitosociológicos utilizados para caracterización de la estructura horizontal de la vegetación.

Parámetro	Valores Crudos	Valores Relativos	Fundamento
Densidad	No. De especies	Densidad relativa (DR)	Relación entre el número de especies
Cobertura	Cobertura absoluta	Cobertura relativa (CR)	Porcentaje de espacio que ocupa la especie en un área determinada
Frecuencia	Frecuencia absoluta (frecuencia de constancia)	Frecuencia relativa (FR)	Número de veces que se repite una especie en un área determinada
Dominancia	Área basal	Dominancia relativa (DoR)	Relación del área basal
	Valor de Importancia Relativa		Relación entre DR+ FR + DmR o CR

Fuente: Adaptado de Daubenmire (1968) y Mueller–Dombois & Ellemberg (1974); y Schneider & Irgang (2005)

Para este caso, se realizó utilizando la técnica de Descriptores Fitosociológicos, los cuales permitieron la obtención de datos relacionados a estructura y composición florística de la vegetación, adaptado de Daubenmire (1968) y Mueller–Dombois & Ellemberg (1974); y Schneider & Irgang (2005).

IV.3.2.2.2. Resultados del muestreo

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de los análisis estadísticos realizados, así como el listado de especies registradas por tipo de vegetación en el **SAR**, **AI** y **AP**.

Así mismo, en el **Anexo IV_2** se presentan la base de datos y memoria de cálculo de los índices de diversidad y valor de importancia, así como curvas de acumulación, en formato electrónico Excel.

A) Area del Proyecto

Suficiencia del muestreo

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato arbóreo**

Se construyó una matriz de datos en donde las filas representan las 11 especies encontradas en el estrato arbóreo y las columnas muestran las unidades del esfuerzo de muestreo, que son 11 sitios, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.20. Matriz de frecuencias de especies por sitio del muestreo para el estrato arbóreo.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Agonandra macrocarpa*	Naap che'	0	1	0	0	0	1	0	1

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
2	*Albizia tomentosa*	Sak píich	0	0	0	2	0	0	1	0
3	*Allophylus cominia*	Ikbach	2	1	21	2	0	0	0	0
4	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	0	1	0	0	1	0	0	0
5	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	0	2	2	0	0	3	0	0
6	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	0	0	5	4	0	0	0	0
7	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	0	2	0	0	1	0	0	0
8	*Bourreria pulchra*	Balche ke	1	0	0	0	1	1	3	2
9	*Bursera simaruba*	Chakaj	3	1	5	0	3	10	2	10
10	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	0	0	0	0	0	3	4	0
11	*Casearia corymbosa*	Ix iim che'	0	0	0	1	0	0	1	0
12	*Casearia laetioides*	Ta'may	0	0	10	1	0	0	1	0
13	*Cecropia peltata*	Guarumbo	2	0	0	1	0	0	0	1
14	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	0	6	0	0	1	0	0	0
15	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	1	0	2	2	0	0	0	0
16	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	0	5	0	0	14	7	2	1
17	*Coccoloba spicata*	Boob	0	0	3	0	0	1	0	1
18	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	1	0	1	1	0	0	0	1
19	*Cordia dodecandra*	k'oopte'	5	0	0	0	0	1	0	0
20	*Cordia gerascanthus*	Bojom	0	0	1	2	0	0	0	0
21	*Cornutia pyramidata*	Xóolte' xnuuk	2	0	0	0	0	1	0	2
22	*Coulteria mollis*	Chak te'	1	0	0	0	6	0	4	0
23	*Croton arboreus*	Pak che'	0	14	4	0	0	0	5	0
24	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	3	0	0	0	3	10	4	1
25	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	0	0	8	0	14	9	3	9
26	*Diospyros salicifolia*	U chul che	2	0	0	0	0	1	0	0
27	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	2	0	0	0	0	2	2	1
28	*Diphysa carthagenensis*	Tsusuk	1	0	0	0	6	0	0	0
29	*Erythroxylum confusum*	Tooso	0	0	7	0	0	0	0	0
30	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	1	3	4	0	0	0	0	0
31	*Eugenia axillaris*	Escobillo	0	1	0	0	2	0	0	0
32	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	0	1	0	0	0	0	0	0
33	*Godmania aesculifolia*	Jo´ak´ab	1	0	1	0	1	0	0	0
34	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	0	2	9	0	2	1	0	0
35	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	0	15	1	0	13	1	0	4
36	*Hamelia patens*	Ya'ax k'anan	2	0	0	0	0	0	1	0
37	*Hampea trilobata*	Majagua	1	0	6	0	1	1	0	0
38	*Havardia albicans*	Chukum	0	0	1	0	0	0	0	0
39	*Hyperbaena winzerlingii*	K'ooch' kitam	0	7	0	0	0	0	0	1
40	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	0	0	0	0	0	4	2	7
41	*Leucaena leucocephala*	Waxím	0	0	0	1	0	0	1	0
42	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	0	1	21	14	0	3	1	0
43	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	2	0	0	1	13	12	1	17
44	*Luehea speciosa*	K'askáat	0	0	14	3	0	0	0	0

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
45	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	0	0	0	2	1	0	2	2
46	*Maclura tinctoria*	Chak oox	1	0	1	0	0	0	0	1
47	*Malpighia glabra*	Wayate'	0	0	0	2	0	0	0	0
48	*Metopium brownei*	Cheechem	3	0	10	0	0	0	0	0
49	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	0	1	1	0	1	0	0	0
50	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	1	0	0	1	4	20	2	16
51	*Piscidia piscipula*	Jabín	6	0	2	3	5	2	7	4
52	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	1	1	4	0	0	4	1	0
53	*Randia longiloba*	K'aaxil	1	0	0	1	0	0	0	0
54	*Randia truncata*	Crucetillo	0	0	0	0	1	0	0	1
55	*Sapranthus campechianus*	Sak éelemuy	1	0	0	0	0	0	0	0
56	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	0	0	1	1	0	0	0	0
57	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	2	0	0	0	0	2	0	4
58	*Senna racemosa*	K'an lool	0	0	0	0	1	0	11	0
59	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	0	2	0	0	4	8	0	0
60	*Solenandra mexicana*	Sabak ché	0	0	0	3	0	0	0	2
61	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	1	0	1	0	0	3	0	0
62	*Talisia floresii*	K'oolok	0	6	0	0	0	1	0	0
63	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	0	0	1	0	0	0	0	1
64	*Trema micranthum*	Sak pixoy	1	0	0	1	0	0	0	0
65	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	2	0	0	0	1	6	2	3
66	*Ximenia americana*	Naap che'	0	2	0	0	0	0	0	1

Una vez hecha la corrida de la matriz de frecuencias en el programa EstimateS 9.10, se obtienen varios indicadores de la curva de acumulación de especies, tales como medias, bandas de confianzas y estimadores no paramétricos como ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 los cuales se muestran en la tabla siguiente.

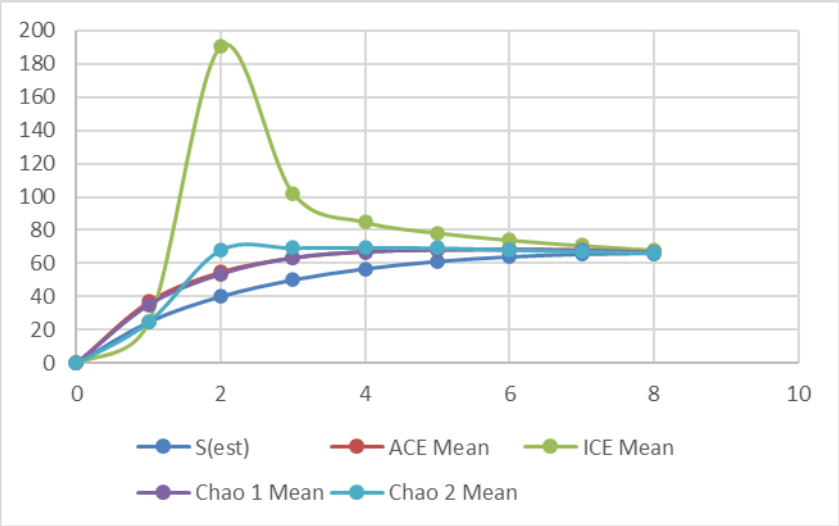
Tabla IV.21. Estimadores de suficiencia de muestreo para el estrato arbóreo.

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	24.75	36.88	24.82	35.04	24.82
2	40.04	54.9	190.36	53.38	68.14
3	49.98	63.48	102.26	63.07	69.36
4	56.63	67.31	84.78	66.8	69.55
5	61.04	68.42	78.28	67.89	69.33
6	63.82	68.62	74	68.03	68.21
7	65.38	68.11	70.7	67.65	67.18
8	66	66.94	67.95	66.3	66.32
Certeza de riqueza (%)		99%	97%	100%	100%

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.41. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo.



Se observa que a partir del sitio 3 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el sitio 8 empieza a ser asintótica. Es decir, después de esta cantidad de sitios la representatividad tiende a estabilizarse y en el sitio 8 alcanza entre un 97 y 100% de certeza.

Para los 8 sitios muestreados del área del Proyecto en el estrato arbóreo se observaron 66 especies. Así mismo, en la curva de acumulación de especies para los estimadores ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2, el muestreo se encuentra completo, ya que en los casos se predijo una cantidad de especies cercana a las especies observadas, es decir contamos con el 97% de certeza de riqueza de acuerdo con los estimadores ACE y ICE. Considerando los estimadores Chao 1 y Chao 2 presentaron un 100% de certeza de riqueza.

Por todo lo anterior, podemos concluir que el muestreo realizado en el área de Proyecto para el estrato arbóreo es estadísticamente fiable, suficiente y representativo, con estos datos se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad y demás indicadores de la vegetación.

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato arbustivo**

Se construyó una matriz de datos, en la que las filas representan las 29 especies encontradas en el estrato arbustivo y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo que son 8 sitios muestreados, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.22. Matriz de frecuencias de especies por sitio de muestreo para el estrato arbustivo.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Aphelandra scabra*	N/D	1	0	0	6	11	0	0	0
2	*Astrocasia tremula*	Kaj yuuk	1	0	0	1	0	0	0	1

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
3	*Attilaea Abalak*	Abalak	0	0	1	0	0	1	0	0
4	*Ayenia fasciculata*	Ch'ilib tuux	40	0	0	37	0	0	0	6
5	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	5	0	0	0	1	0	0	1
6	*Bunchosia swartziana*	Sip che'	1	0	0	0	7	6	1	15
7	*Calea ternifolia*	Xikin	0	0	1	2	0	0	4	0
8	*Callicarpa acuminata*	Pukin	0	1	0	0	1	1	0	0
9	*Casearia nitida*	Ix iim che´	0	0	0	0	0	1	1	1
10	*Casearia yucatanensis*	Puuts' mukuy	0	0	0	0	5	0	0	2
11	*Chiococca alba*	Sabak che'	0	0	0	1	0	1	0	0
12	*Chiococca motleyana*	Xt´uun ché	0	0	1	0	1	0	0	0
13	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chin chin chaay	2	0	0	1	0	1	4	0
14	*Croton flavens*	Ek'balam	1	0	0	0	0	0	8	0
15	*Eumachia microdon*	Baake aak´	0	2	0	0	0	0	2	0
16	*Galactia striata*	K'axaab yuu	5	0	0	0	1	0	0	0
17	*Helicteres baruensis*	Sutup	0	0	0	1	0	0	0	1
18	*Hibiscus clypeatus*	U kúuch xiiw	0	0	0	0	1	1	0	0
19	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	6	0	6	7	0	0	2	4
20	*Machaerium biovulatum*	N/D	0	0	1	1	0	0	0	0
21	*Malvaviscus arboreus*	Taman ch' iich'	0	0	0	0	3	7	0	3
22	*Morinda royoc*	Jooyok'	1	0	0	0	0	0	1	0
23	*Otopappus scaber*	Bejuco raspador	0	0	0	0	0	0	0	9
24	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	0	0	0	0	1	1	0	2
25	*Psychotria nervosa*	Ya'ax anal	0	1	0	0	0	0	0	1
26	*Ruellia paniculata*	N/D	0	0	0	0	0	0	52	0
27	*Solanum (Leptostemomum) hirtum*	Puut baalam	2	0	0	0	0	1	0	0
28	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Uts'um péek'	0	1	0	0	0	0	0	2
29	*Vachellia cornigera*	Subin	0	9	1	0	0	0	0	0

Una vez hecha la corrida de la matriz de frecuencias en el programa EstimateS 9.10, se obtienen varios indicadores de la curva de acumulación de especies, tales como medias, bandas de confianzas y estimadores no paramétricos como ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV.23. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato arbustivo.

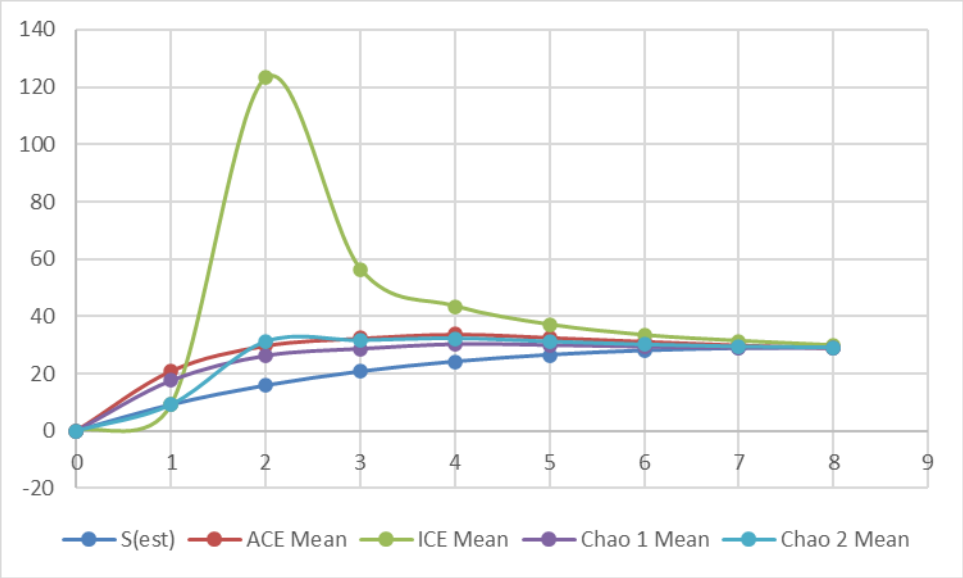
Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	9.13	20.95	9.19	17.55	9.19
2	15.82	29.78	123.27	26.21	31.15
3	20.68	32.36	56.44	28.62	31.58

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
4	24.13	33.74	43.5	30.24	32.27
5	26.48	32.58	37.07	29.95	31.11
6	27.96	31.23	33.4	29.35	30.09
7	28.75	29.94	31.38	28.97	29.4
8	29	29	29.82	29	29.05
Certeza de riqueza (%)		100	99	100	100

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Figura IV.42. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo.



Se observa que a partir del sitio 3 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el sitio 8 empieza a ser asintótica. Es decir, después de esta cantidad de sitios la representatividad tiende a estabilizarse y en el sitio 8 alcanza 100% de certeza.

Para los 8 sitios muestreados del área del proyecto en el estrato arbustivo se observaron 29 especies. Así mismo, en la curva de acumulación de especies para los estimadores ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2, el muestreo se encuentra completo, ya que, en todos los casos se predijo la misma cantidad de especies con respecto a las especies observadas, es decir contamos con el 100 % de certeza de riqueza.

Por todo lo anterior, podemos concluir, que **el muestreo realizado en el área de proyecto para el estrato arbustivo es estadísticamente fiable, suficiente y representativo**, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato Palmas**

Se construyó una matriz de datos, donde las filas representan la especie encontradas en el estrato de las Palmas, y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo que son 8 sitios de muestreo, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.24. Matriz de frecuencias de especies de la muestra para el estrato palmas.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Sabal mexicana*	Bon xa'an	2	0	19	2	0	6	6	0

Una vez hecha la corrida de la matriz de frecuencias en el programa EstimateS 9.10, se obtienen varios indicadores de la curva de acumulación de especies, tales como medias, bandas de confianzas y estimadores no paramétricos como **ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2** los cuales se presentan en la siguiente tabla.

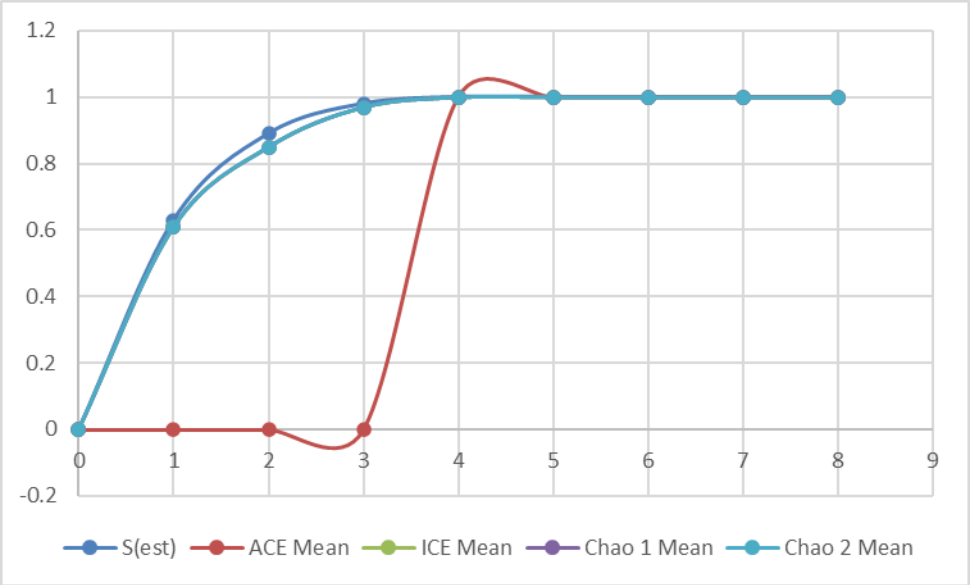
Tabla IV.25. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato palmas.

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	0.63	0	0.61	0.61	0.61
2	0.89	0	0.85	0.85	0.85
3	0.98	0	0.97	0.97	0.97
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1
Certeza de riqueza (%)		100	100	100	100

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.43. Curva de acumulación de especies para el estrato Palmas.



Se observa que a partir del sitio 1 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el sitio 4 empieza a ser asintótica. Es decir, después de esta cantidad de sitios la representatividad tiende a estabilizarse y en el sitio 4 alcanza 100% de certeza.

Para los 8 sitios muestreados del área del Proyecto en el estrato Palmas se observó 1 especie. Así mismo, en la curva de acumulación de especies para los estimadores Chao 1 y Chao 2, el muestreo se encuentra completo, ya que, en todos los casos se predijo la misma cantidad de especies con respecto a las especies observadas, es decir contamos con el 100 % de certeza de riqueza.

Por todo lo anterior, podemos concluir, que el muestreo realizado en el área de Proyecto para el estrato palmas es **estadísticamente fiable, suficiente y representativo**, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera., para este método no paramétrico.

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato herbáceo**

Se construyó una matriz de datos, donde las filas representan las 14 especies encontradas en el estrato herbáceo y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo que son 8 sitios de muestreo, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.26. Matriz de frecuencias de especies por sitio del muestreo para el estrato herbáceo.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	4	3	0	7	7	0	0	0
2	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	0	0	0	0	0	6	4	5

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
3	*Bromelia pinguin*	Ch´om	0	0	8	0	0	1	0	2
4	*Canavalia brasiliensis*	Habas	2	0	1	0	0	1	0	0
5	*Ctenodon fascicularis*	Kabal-pich	0	1	0	1	0	0	0	0
6	*Dioscorea densiflora*	N/D	0	0	0	0	0	0	2	0
7	*Elytraria imbricata*	Kabal xaan	0	1	0	0	0	0	1	0
8	*Fridericia floribunda*	Anilkab	1	0	0	1	0	0	1	0
9	*Gouania lupuloides*	Chéen máak	0	0	1	0	0	0	0	0
10	*Petiveria alliacea*	Páay che'	0	0	0	0	0	0	2	0
11	*Schnella herrerae*	Chak-ts'ulubtok	1	0	0	1	0	0	1	0
12	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	0	7	6	0	0	0	0	0
13	*Serjania adiantoides*	Chéen aak´	0	0	0	0	0	1	0	0
14	*Tragia yucatanensis*	P´op ox	2	0	0	0	0	0	0	1

Una vez hecha la corrida de la matriz de frecuencias en el programa EstimateS 9.10, se obtienen varios indicadores de la curva de acumulación de especies, tales como medias, bandas de confianzas y estimadores no paramétricos como ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 los cuales se presentan en la siguiente tabla.

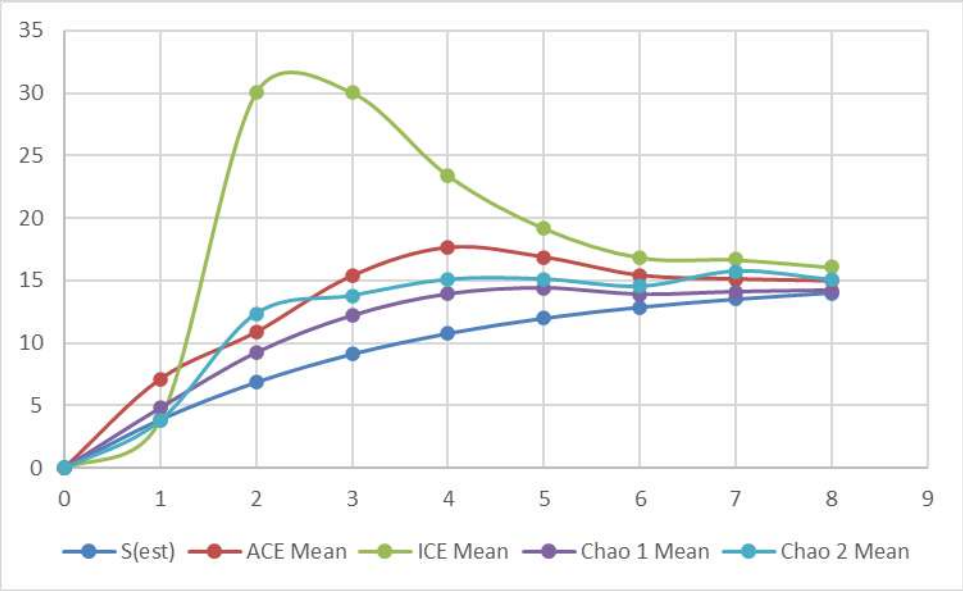
Tabla IV.27. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato herbáceo.

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	3.88	7.11	3.81	4.81	3.81
2	6.86	10.86	30.03	9.22	12.35
3	9.11	15.36	30.07	12.19	13.8
4	10.77	17.61	23.43	13.91	15.09
5	11.98	16.84	19.19	14.38	15.11
6	12.86	15.39	16.86	13.88	14.54
7	13.5	15.1	16.68	14.09	15.75
8	14	14.95	16.07	14.2	15.05
Certeza de riqueza (%)		**94**	**87**	**99**	**93**

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.44. Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo.



Se observa que a partir del sitio 4 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el sitio 8 empieza a ser asintótica. Es decir, después de esta cantidad de sitios la representatividad tiende a estabilizarse y en el sitio 9 alcanza 100% de certeza.

Para los 8 sitios muestreados del área del Proyecto para el estrato herbáceo se observaron 14 especies. Así mismo, en la curva de acumulación de especies para los estimadores ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 el muestreo se encuentra completo, ya que, en todos los casos se predijo la misma cantidad de especies con respecto a las especies observadas, es decir, contamos con el intervalo de 87-99 % de certeza de riqueza.

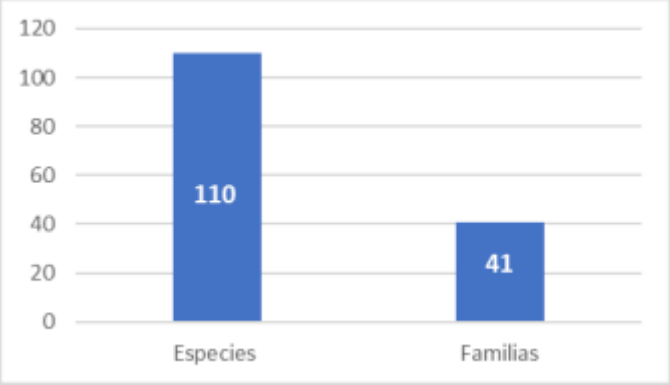
Por todo lo anterior, podemos concluir, que el muestreo realizado en el área de proyecto para el estrato herbáceo es estadísticamente fiable, suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

Composición

Dentro del estudio florístico se encontraron 110 especies distribuidas en 41 familias botánicas, como se muestra en el siguiente gráfico de diversidad que caracteriza al tipo de vegetación encontrado.

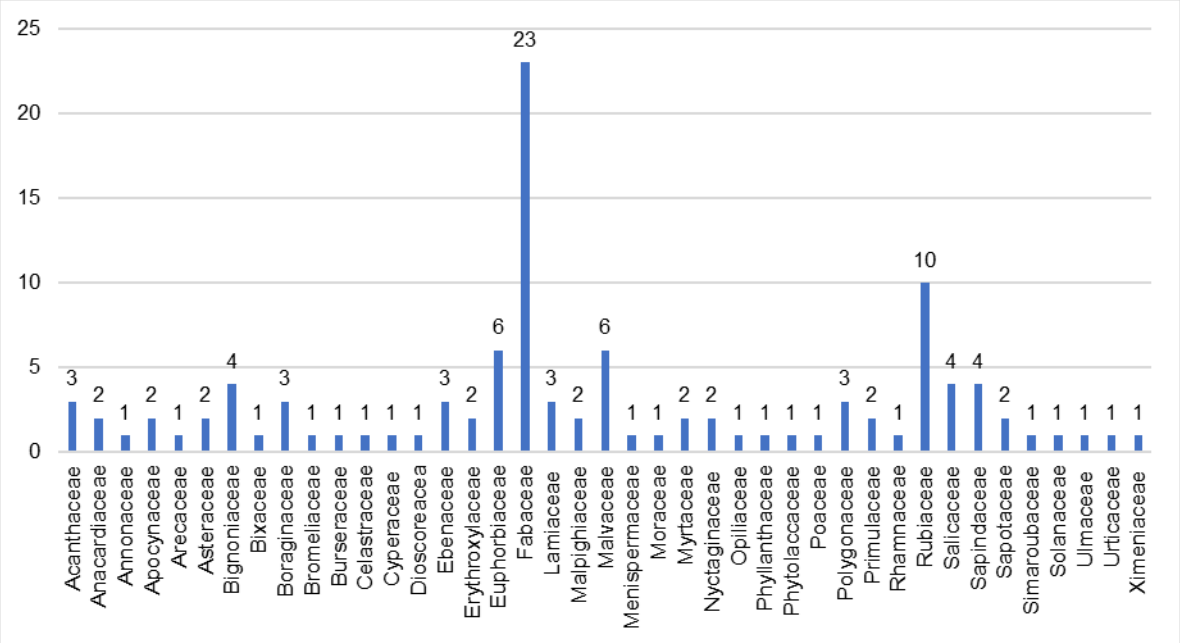
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.45. Diversidad expresada en riqueza de especies en el AP.



La distribución de especies por familias es como se aprecia en el gráfico siguiente, donde Fabaceae registra 23 especies, Rubiaceae con 10 especies, Malvaceae y Euphorbiaceae con 6 spp., el resto de familias botánicas con menos de 4 especies registradas.

Figura IV.46. Distribución de especies de las principales familias en el AP.



A continuación, se presenta el listado de las especies y sus respectivas familias encontradas en el área del proyecto. Para el estrato arbóreo se encontraron un total de 66 especies, de las cuales, *Randia longiloba* y *Randia truncata* es Endémica-Nativa, el resto son especies nativas. Para el estrato arbustivo se encontraron un total de 29 especies, de las cuales *Eumachia microdon* tiene una distribución Endémica-Nativa, *Ayenia fasciculata,*

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Casearia yucatanensis y *Chiococca motleyana* son especies Endémicas, el resto son especies nativas. Para el estrato Palmas se encontró una especie, siendo nativa. Para el estrato herbáceo se encontraron un total de 14 especies, de las cuales todas son nativas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.28. Listado taxonómico florístico a nivel del Área del Proyecto encontrado en el muestreo.

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
1	Arbóreo	Opiliaceae	*Agonandra macrocarpa*	Naap che'	****	NT	****	Nativa
2	Arbóreo	Fabaceae	*Albizia tomentosa*	Sak píich	****	****	****	Nativa
3	Arbóreo	Sapindaceae	*Allophylus cominia*	Ikbach	****	LC	****	Nativa
4	Arbóreo	Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	****	LC	****	Nativa
5	Arbóreo	Primulaceae	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	****	LC	****	Nativa
6	Arbóreo	Fabaceae	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	****	LC	****	Nativa
7	Arbóreo	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	****	LC	****	Nativa
8	Arbóreo	Ehretiaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke	****	LC	****	Nativa
9	Arbóreo	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chakaj	****	LC	****	Nativa
10	Arbóreo	Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	****	LC	****	Nativa
11	Arbóreo	Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Ix iim che'	****	LC	****	Nativa
12	Arbóreo	Salicaceae	*Casearia laetioides*	Ta'may	****	LC	****	Nativa
13	Arbóreo	Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	****	LC	****	Nativa
14	Arbóreo	Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	****	LC	****	Nativa
15	Arbóreo	Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	****	LC	****	Nativa
16	Arbóreo	Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	****	LC	****	Nativa
17	Arbóreo	Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Boob	****	LC	****	Nativa
18	Arbóreo	Bixaceae	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	****	LC	****	Nativa
19	Arbóreo	Cordiaceae	*Cordia dodecandra*	k'oopte'	****	LC	****	Nativa
20	Arbóreo	Cordiaceae	*Cordia gerascanthus*	Bojom	****	LC	****	Nativa
21	Arbóreo	Lamiaceae	*Cornutia pyramidata*	Xóolte' xnuuk	****	LC	****	Nativa
22	Arbóreo	Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chak te'	****	DD	****	Nativa
23	Arbóreo	Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Pak che'	****	LC	****	Nativa
24	Arbóreo	Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	****	LC	****	Nativa
25	Arbóreo	Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	****	LC	****	Nativa
26	Arbóreo	Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	U chul che	****	LC	****	Nativa
27	Arbóreo	Ebenaceae	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	****	LC	****	Nativa

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
28	Arbóreo	Fabaceae	*Diphysa carthagenensis*	Tsusuk	****	LC	****	Nativa
29	Arbóreo	Erythroxylaceae	*Erythroxylum confusum*	Tooso	****	LC	****	Nativa
30	Arbóreo	Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	****	LC	****	Nativa
31	Arbóreo	Myrtaceae	*Eugenia axillaris*	Escobillo	****	LC	****	Nativa
32	Arbóreo	Fabaceae	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	****	LC	****	Nativa
33	Arbóreo	Bignoniaceae	*Godmania aesculifolia*	Jo´ak´ab	****	LC	****	Nativa
34	Arbóreo	Rubiaceae	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	****	LC	****	Nativa
35	Arbóreo	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	****	LC	****	Nativa
36	Arbóreo	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Ya'ax k'anan	****	LC	****	Nativa
37	Arbóreo	Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua	****	LC	****	Nativa
38	Arbóreo	Fabaceae	*Havardia albicans*	Chukum	****	LC	****	Nativa
39	Arbóreo	Menispermaceae	*Hyperbaena winzerlingii*	K'ooch' kitam	****	LC	****	Nativa
40	Arbóreo	Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	****	LC	****	Nativa
41	Arbóreo	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waxím	****	****	****	Nativa
42	Arbóreo	Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	****	LC	****	Nativa
43	Arbóreo	Fabaceae	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	****	****	****	Nativa
44	Arbóreo	Malvaceae	*Luehea speciosa*	K'askáat	****	LC	****	Nativa
45	Arbóreo	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	****	LC	****	Nativa
46	Arbóreo	Moraceae	*Maclura tinctoria*	Chak oox	****	LC	****	Nativa
47	Arbóreo	Malpighiaceae	*Malpighia glabra*	Wayate'	****	LC	****	Nativa
48	Arbóreo	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Cheechem	****	LC	****	Nativa
49	Arbóreo	Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	****	LC	****	Nativa
50	Arbóreo	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	****	LC	****	Nativa
51	Arbóreo	Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín	****	LC	****	Nativa
52	Arbóreo	Myrtaceae	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	****	LC	****	Nativa
53	Arbóreo	Rubiaceae	*Randia longiloba*	K'aaxil	****	LC	****	Endémica,Nativa
54	Arbóreo	Rubiaceae	*Randia truncata*	Crucetillo	****	LC	****	Endémica,Nativa
55	Arbóreo	Annonaceae	*Sapranthus campechianus*	Sak éelemuy	****	LC	****	Nativa
56	Arbóreo	Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	****	LC	****	Nativa

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
57	Arbóreo	Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	****	LC	****	Nativa
58	Arbóreo	Fabaceae	*Senna racemosa*	K'an lool	****	LC	****	Nativa
59	Arbóreo	Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	****	LC	****	Nativa
60	Arbóreo	Rubiaceae	*Solenandra mexicana*	Sabak ché	****	LC	****	Nativa
61	Arbóreo	Fabaceae	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	****	LC	****	Nativa
62	Arbóreo	Sapindaceae	*Talisia floresii*	K'oolok	****	NT	****	Nativa
63	Arbóreo	Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	****	LC	****	Nativa
64	Arbóreo	Cannabaceae	*Trema micranthum*	Sak pixoy	****	LC	****	Nativa
65	Arbóreo	Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	****	LC	****	Nativa
66	Arbóreo	Olacaceae	*Ximenia americana*	Naap che'	****	LC	****	Nativa
67	Arbustivo	Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	N/D	****	LC	****	Nativa
68	Arbustivo	Phyllanthaceae	*Astrocasia tremula*	Kaj yuuk	****	LC	****	Nativa
69	Arbustivo	Anacardiaceae	*Attilaea Abalak*	Abalak	****	EN	****	Nativa
70	Arbustivo	Malvaceae	*Ayenia fasciculata*	Ch'ilib tuux	****	****	****	Endémica
71	Arbustivo	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	****	LC	****	Nativa
72	Arbustivo	Malpighiaceae	*Bunchosia swartziana*	Sip che'	****	LC	****	Nativa
73	Arbustivo	Asteraceae	*Calea ternifolia*	Xikin	****	****	****	Nativa
74	Arbustivo	Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Pukin	****	LC	****	Nativa
75	Arbustivo	Salicaceae	*Casearia nitida*	Ix iim che´	****	LC	****	Nativa
76	Arbustivo	Salicaceae	*Casearia yucatanensis*	Puuts' mukuy	****	NT	****	Endémica
77	Arbustivo	Rubiaceae	*Chiococca alba*	Sabak che'	****	LC	****	Nativa
78	Arbustivo	Rubiaceae	*Chiococca motleyana*	Xt´uun ché	****	****	****	Endémica
79	Arbustivo	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chin chin chaay	****	LC	****	Nativa
80	Arbustivo	Euphorbiaceae	*Croton flavens*	Ek'balam	****	LC	****	Nativa
81	Arbustivo	Rubiaceae	*Eumachia microdon*	Baake aak´	****	LC	****	Endémica,Nativa
82	Arbustivo	Fabaceae	*Galactia striata*	K'axaab yuu	****	****	****	Nativa
83	Arbustivo	Malvaceae	*Helicteres baruensis*	Sutup	****	LC	****	Nativa
84	Arbustivo	Malvaceae	*Hibiscus clypeatus*	U kúuch xiiw	****	LC	****	Nativa
85	Arbustivo	Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	****	LC	****	Nativa

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
86	Arbustivo	Fabaceae	*Machaerium biovulatum*	N/D	****	LC	****	Nativa
87	Arbustivo	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Taman ch' iich'	****	LC	****	Nativa
88	Arbustivo	Rubiaceae	*Morinda royoc*	Jooyok'	****	LC	****	Nativa
89	Arbustivo	Asteraceae	*Otopappus scaber*	Bejuco raspador	****	****	****	Nativa
90	Arbustivo	Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	****	LC	****	Nativa
91	Arbustivo	Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Ya'ax anal	****	LC	****	Nativa
92	Arbustivo	Acanthaceae	*Ruellia paniculata*	N/D	****	****	****	Nativa
93	Arbustivo	Solanaceae	*Solanum (Leptostemomum) hirtum*	Puut baalam	****	LC	****	Nativa
94	Arbustivo	Apocynaceae	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Uts'um péek'	****	LC	****	Nativa
95	Arbustivo	Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Subin	****	LC	****	Nativa
96	Herbáceo	Bignoniaceae	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	****	****	****	Nativa
97	Herbáceo	Bignoniaceae	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	****	****	****	Nativa
98	Herbáceo	Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Ch´om	****	****	****	Nativa
99	Herbáceo	Fabaceae	*Canavalia brasiliensis*	Habas	****	****	****	Nativa
100	Herbáceo	Fabaceae	*Ctenodon fascicularis*	Kabal-pich	****	****	****	Nativa
101	Herbáceo	Dioscoreaceae	*Dioscorea densiflora*	N/D	****	****	****	Nativa
102	Herbáceo	Acanthaceae	*Elytraria imbricata*	Kabal xaan	****	****	****	Nativa
103	Herbáceo	Bignoniaceae	*Fridericia floribunda*	Anilkab	****	****	****	Nativa
104	Herbáceo	Rhamnaceae	*Gouania lupuloides*	Chéen máak	****	****	****	Nativa
105	Herbáceo	Petiveriaceae	*Petiveria alliacea*	Páay che'	****	****	****	Nativa
106	Herbáceo	Fabaceae	*Schnella herrerae*	Chak-ts'ulubtok	****	****	****	Nativa
107	Herbáceo	Cyperaceae	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	****	LC	****	Nativa
108	Herbáceo	Sapindaceae	*Serjania adiantoides*	Chéen aak´	****	****	****	Nativa
109	Herbáceo	Euphorbiaceae	*Tragia yucatanensis*	P´op ox	****	****	****	Nativa
110	Palma	Arecaceae	*Sabal mexicana*	Bon xa'an	****	LC	****	Nativa

Dónde: NOM-059 = Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Pr=Sujeta a Protección especial; IUCN = Categoría internacional de riesgo, Unión internacional para la conservación de la naturaleza (IUCN), donde: LC = Preocupación menor, CITES = Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres; Ap. II = Incluye especies amenazadas con poblaciones que se han visto muy reducidas, aunque no están en peligro extinción, aplicando los controles necesarios para su comercialización.

Especies en la NOM-059

Se revisó dentro de la NOM-059 las 110 especies enlistadas, resultando que ninguna se encuentra bajo la categoría de riesgo.

Análisis de diversidad y valor de importancia

- **Estrato arbóreo**

Como se observa en la siguiente tabla, *Bursera simaruba* fue la especie que obtuvo los valores más altos respecto al IVI, con un valor de 23.66. Este valor muestra que estas especies le confieren las características particulares a la fisonomía e influyen en la estructura del estrato arbóreo.

Tabla IV.29. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo.

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
1	*Agonandra macrocarpa*	Naap che'	0.43	1.52	0.34	2.29
2	*Albizia tomentosa*	Sak píich	0.43	1.01	0.00	1.44
3	*Allophylus cominia*	Ikbach	3.72	2.02	0.28	6.02
4	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	0.29	1.01	0.21	1.50
5	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	1.00	1.52	0.21	2.73
6	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	1.29	1.01	0.11	2.41
7	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	0.43	1.01	0.28	1.72
8	*Bourreria pulchra*	Balche ke	1.14	2.53	1.45	5.12
9	*Bursera simaruba*	Chakaj	4.86	3.54	15.27	23.66
10	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	1.00	1.01	0.85	2.86
11	*Casearia corymbosa*	Ix iim che'	0.29	1.01	0.00	1.30
12	*Casearia laetioides*	Ta'may	1.72	1.52	3.11	6.34
13	*Cecropia peltata*	Guarumbo	0.57	1.52	0.02	2.11
14	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	1.00	1.01	2.28	4.29
15	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	0.72	1.52	0.17	2.40
16	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	4.15	2.53	1.18	7.86
17	*Coccoloba spicata*	Boob	0.72	1.52	0.03	2.26
18	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	0.57	2.02	0.30	2.89
19	*Cordia dodecandra*	k'oopte'	0.86	1.01	3.35	5.22
20	*Cordia gerascanthus*	Bojom	0.43	1.01	1.60	3.04
21	*Cornutia pyramidata*	Xóolte' xnuuk	0.72	1.52	0.39	2.62
22	*Coulteria mollis*	Chak te'	1.57	1.52	1.69	4.78
23	*Croton arboreus*	Pak che'	3.29	1.52	2.11	6.92
24	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	3.00	2.53	3.17	8.70
25	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	6.15	2.53	0.20	8.88
26	*Diospyros salicifolia*	U chul che	0.43	1.01	0.80	2.24
27	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	1.00	2.02	0.42	3.44
28	*Diphysa carthagenensis*	Tsusuk	1.00	1.01	1.18	3.19
29	*Erythroxylum confusum*	Tooso	1.00	0.51	0.34	1.85

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
30	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	1.14	1.52	1.42	4.08
31	*Eugenia axillaris*	Escobillo	0.43	1.01	0.01	1.45
32	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	0.14	0.51	0.00	0.65
33	*Godmania aesculifolia*	Jo´ak´ab	0.43	1.52	0.05	2.00
34	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	2.00	2.02	0.22	4.25
35	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	4.86	2.53	5.16	12.55
36	*Hamelia patens*	Ya'ax k'anan	0.43	1.01	0.00	1.44
37	*Hampea trilobata*	Majagua	1.29	2.02	0.02	3.33
38	*Havardia albicans*	Chukum	0.14	0.51	0.01	0.66
39	*Hyperbaena winzerlingii*	K'ooch' kitam	1.14	1.01	1.54	3.70
40	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	1.86	1.52	2.19	5.57
41	*Leucaena leucocephala*	Waxím	0.29	1.01	0.11	1.40
42	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	5.72	2.53	1.54	9.79
43	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	6.58	3.03	7.55	17.17
44	*Luehea speciosa*	K'askáat	2.43	1.01	4.73	8.18
45	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	1.00	2.02	5.86	8.88
46	*Maclura tinctoria*	Chak oox	0.43	1.52	0.00	1.95
47	*Malpighia glabra*	Wayate'	0.29	0.51	0.92	1.71
48	*Metopium brownei*	Cheechem	1.86	1.01	4.82	7.69
49	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	0.43	1.52	0.19	2.13
50	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	6.29	3.03	0.65	9.98
51	*Piscidia piscipula*	Jabín	4.15	3.54	10.67	18.36
52	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	1.57	2.53	0.40	4.50
53	*Randia longiloba*	K'aaxil	0.29	1.01	0.25	1.55
54	*Randia truncata*	Crucetillo	0.29	1.01	0.00	1.30
55	*Sapranthus campechianus*	Sak éelemuy	0.14	0.51	0.02	0.66
56	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	0.29	1.01	0.07	1.36
57	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	1.14	1.52	0.82	3.48
58	*Senna racemosa*	K'an lool	1.72	1.01	1.94	4.67
59	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	2.00	1.52	1.36	4.87
60	*Solenandra mexicana*	Sabak ché	0.72	1.01	0.01	1.73
61	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	0.72	1.52	1.34	3.57
62	*Talisia floresii*	K'oolok	1.00	1.01	0.74	2.75
63	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	0.29	1.01	0.01	1.31
64	*Trema micranthum*	Sak pixoy	0.29	1.01	0.05	1.34
65	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	2.00	2.53	3.68	8.21
66	*Ximenia americana*	Naap che'	0.43	1.01	0.27	1.71
TOTAL			100	100	100	300

Dónde: FR: frecuencia relativa, DoR= dominancia relativa, AR= abundancia relativa, IVI= índice de valor de importancia.

En cuanto al Índice de Shannon-Wiener, el valor obtenido fue de 3.7289 que, de acuerdo con Magurran (1989), los valores de 3.6 o más se considera como diversidad alta.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima. Si la equitatividad se acerca a cero, es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Soler et al., 2012). El índice de equitatividad cuenta con un valor de 0.89, siendo un valor cercano a uno, por lo que tenemos un ecosistema con abundancias similares para todas las especies de este estrato.

Tabla IV.30. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
1	*Agonandra macrocarpa*	Naap che'	3	0.0043	5.4510	0.0234
2	*Albizia tomentosa*	Sak píich	3	0.0043	5.4510	0.0234
3	*Allophylus cominia*	Ikbach	26	0.0372	3.2916	0.1224
4	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	2	0.0029	5.8565	0.0168
5	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	7	0.0100	4.6037	0.0461
6	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	9	0.0129	4.3524	0.0560
7	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	3	0.0043	5.4510	0.0234
8	*Bourreria pulchra*	Balche ke	8	0.0114	4.4702	0.0512
9	*Bursera simaruba*	Chakaj	34	0.0486	3.0233	0.1471
10	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	7	0.0100	4.6037	0.0461
11	*Casearia corymbosa*	Ix iim che'	2	0.0029	5.8565	0.0168
12	*Casearia laetioides*	Ta'may	12	0.0172	4.0647	0.0698
13	*Cecropia peltata*	Guarumbo	4	0.0057	5.1634	0.0295
14	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	7	0.0100	4.6037	0.0461
15	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	5	0.0072	4.9402	0.0353
16	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	29	0.0415	3.1824	0.1320
17	*Coccoloba spicata*	Boob	5	0.0072	4.9402	0.0353
18	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	4	0.0057	5.1634	0.0295
19	*Cordia dodecandra*	k'oopte'	6	0.0086	4.7579	0.0408
20	*Cordia gerascanthus*	Bojom	3	0.0043	5.4510	0.0234
21	*Cornutia pyramidata*	Xóolte' xnuuk	5	0.0072	4.9402	0.0353
22	*Coulteria mollis*	Chak te'	11	0.0157	4.1518	0.0653
23	*Croton arboreus*	Pak che'	23	0.0329	3.4142	0.1123
24	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	21	0.0300	3.5051	0.1053
25	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	43	0.0615	2.7885	0.1715
26	*Diospyros salicifolia*	U chul che	3	0.0043	5.4510	0.0234
27	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	7	0.0100	4.6037	0.0461
28	*Diphysa carthagenensis*	Tsusuk	7	0.0100	4.6037	0.0461
29	*Erythroxylum confusum*	Tooso	7	0.0100	4.6037	0.0461
30	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	8	0.0114	4.4702	0.0512
31	*Eugenia axillaris*	Escobillo	3	0.0043	5.4510	0.0234
32	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	1	0.0014	6.5497	0.0094
33	*Godmania aesculifolia*	Jo´ak´ab	3	0.0043	5.4510	0.0234
34	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	14	0.0200	3.9106	0.0783

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
35	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	34	0.0486	3.0233	0.1471
36	*Hamelia patens*	Ya'ax k'anan	3	0.0043	5.4510	0.0234
37	*Hampea trilobata*	Majagua	9	0.0129	4.3524	0.0560
38	*Havardia albicans*	Chukum	1	0.0014	6.5497	0.0094
39	*Hyperbaena winzerlingii*	K'ooch' kitam	8	0.0114	4.4702	0.0512
40	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	13	0.0186	3.9847	0.0741
41	*Leucaena leucocephala*	Waxím	2	0.0029	5.8565	0.0168
42	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	40	0.0572	2.8608	0.1637
43	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	46	0.0658	2.7210	0.1791
44	*Luehea speciosa*	K'askáat	17	0.0243	3.7164	0.0904
45	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	7	0.0100	4.6037	0.0461
46	*Maclura tinctoria*	Chak oox	3	0.0043	5.4510	0.0234
47	*Malpighia glabra*	Wayate'	2	0.0029	5.8565	0.0168
48	*Metopium brownei*	Cheechem	13	0.0186	3.9847	0.0741
49	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	3	0.0043	5.4510	0.0234
50	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	44	0.0629	2.7655	0.1741
51	*Piscidia piscipula*	Jabín	29	0.0415	3.1824	0.1320
52	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	11	0.0157	4.1518	0.0653
53	*Randia longiloba*	K'aaxil	2	0.0029	5.8565	0.0168
54	*Randia truncata*	Crucetillo	2	0.0029	5.8565	0.0168
55	*Sapranthus campechianus*	Sak éelemuy	1	0.0014	6.5497	0.0094
56	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	2	0.0029	5.8565	0.0168
57	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	8	0.0114	4.4702	0.0512
58	*Senna racemosa*	K'an lool	12	0.0172	4.0647	0.0698
59	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	14	0.0200	3.9106	0.0783
60	*Solenandra mexicana*	Sabak ché	5	0.0072	4.9402	0.0353
61	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	5	0.0072	4.9402	0.0353
62	*Talisia floresii*	K'oolok	7	0.0100	4.6037	0.0461
63	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	2	0.0029	5.8565	0.0168
64	*Trema micranthum*	Sak pixoy	2	0.0029	5.8565	0.0168
65	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	14	0.0200	3.9106	0.0783
66	*Ximenia americana*	Naap che'	3	0.0043	5.4510	0.0234
TOTAL			699			3.7289

Tabla IV.31. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comunidad)	66
H'= Índice obtenido	3.7289
Hmáx = LN (S)	4.1897
Equitatividad (H'/Hmáx)	0.8900
Hmáx - H calculada	0.4608

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Estrato arbustivo**

Como se muestra en la siguiente tabla *Pisonia aculeata* y *Ayenia fasciculata* fueron las especies que obtuvieron los valores más altos en el Índice de Valor de Importancia, con un valor de 32.74 y 32.96, respectivamente. Estos valores muestran que estas especies le confieren las características particulares a la fisonomía e influyen en la estructura del estrato arbustivo.

Tabla IV.32. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo.

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
1	*Aphelandra scabra*	N/D	5.57	4.11	2.33	12.02
2	*Astrocasia tremula*	Kaj yuuk	0.93	4.11	0.34	5.38
3	*Attilaea Abalak*	Abalak	0.62	2.74	0.17	3.53
4	*Ayenia fasciculata*	Ch'ilib tuux	25.70	4.11	3.15	32.96
5	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	2.17	4.11	5.93	12.21
6	*Bunchosia swartziana*	Sip che'	9.29	6.85	6.48	22.62
7	*Calea ternifolia*	Xikin	2.17	4.11	0.88	7.16
8	*Callicarpa acuminata*	Pukin	0.93	4.11	0.57	5.61
9	*Casearia nitida*	Ix iim che´	0.93	4.11	4.68	9.72
10	*Casearia yucatanensis*	Puuts' mukuy	2.17	2.74	2.38	7.29
11	*Chiococca alba*	Sabak che'	0.62	2.74	0.96	4.32
12	*Chiococca motleyana*	Xt´uun ché	0.62	2.74	0.26	3.62
13	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chin chin chaay	2.48	5.48	1.56	9.52
14	*Croton flavens*	Ek'balam	2.79	2.74	0.27	5.80
15	*Eumachia microdon*	Baake aak´	1.24	2.74	9.69	13.67
16	*Galactia striata*	K'axaab yuu	1.86	2.74	1.04	5.63
17	*Helicteres baruensis*	Sutup	0.62	2.74	0.14	3.50
18	*Hibiscus clypeatus*	U kúuch xiiw	0.62	2.74	0.62	3.98
19	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	7.74	6.85	1.41	16.00
20	*Machaerium biovulatum*	N/D	0.62	2.74	15.02	18.38
21	*Malvaviscus arboreus*	Taman ch' iich'	4.02	4.11	2.75	10.89
22	*Morinda royoc*	Jooyok'	0.62	2.74	0.13	3.49
23	*Otopappus scaber*	Bejuco raspador	2.79	1.37	1.33	5.49
24	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	1.24	4.11	27.39	32.74
25	*Psychotria nervosa*	Ya'ax anal	0.62	2.74	0.65	4.01
26	*Ruellia paniculata*	N/D	16.10	1.37	0.57	18.04
27	*Solanum (Leptostemomum) hirtum*	Puut baalam	0.93	2.74	2.21	5.88
28	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Uts'um péek'	0.93	2.74	3.57	7.24
29	*Vachellia cornigera*	Subin	3.10	2.74	3.49	9.33
TOTAL			100	100	100	300

Dónde: FR: frecuencia relativa, DoR= dominancia relativa, AR= abundancia relativa, IVI= índice de valor de importancia.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En cuanto al Índice de Shannon-Wiener en el área de proyecto, este estrato tuvo un valor de 2.6520 y de acuerdo con lo sugerido por Magurran (1989), quien enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener los valores entre 1.6 y 3.5 se considera como diversidad media o normal.

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima. Si la equitatividad se acerca a cero, es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Soler *et al*., 2012). El índice de equitatividad cuenta con un valor de 0.7876, por lo que tenemos un ecosistema con abundancias similares entre las especies de este estrato.

Tabla IV.33. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
1	*Aphelandra scabra*	N/D	18	0.0557	2.8873	0.1609
2	*Astrocasia tremula*	Kaj yuuk	3	0.0093	4.6790	0.0435
3	*Attilaea Abalak*	Abalak	2	0.0062	5.0845	0.0315
4	*Ayenia fasciculata*	Ch'ilib tuux	83	0.2570	1.3588	0.3492
5	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	7	0.0217	3.8317	0.0830
6	*Bunchosia swartziana*	Sip che'	30	0.0929	2.3765	0.2207
7	*Calea ternifolia*	Xikin	7	0.0217	3.8317	0.0830
8	*Callicarpa acuminata*	Pukin	3	0.0093	4.6790	0.0435
9	*Casearia nitida*	Ix iim che´	3	0.0093	4.6790	0.0435
10	*Casearia yucatanensis*	Puuts' mukuy	7	0.0217	3.8317	0.0830
11	*Chiococca alba*	Sabak che'	2	0.0062	5.0845	0.0315
12	*Chiococca motleyana*	Xt´uun ché	2	0.0062	5.0845	0.0315
13	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chin chin chaay	8	0.0248	3.6982	0.0916
14	*Croton flavens*	Ek'balam	9	0.0279	3.5804	0.0998
15	*Eumachia microdon*	Baake aak´	4	0.0124	4.3914	0.0544
16	*Galactia striata*	K'axaab yuu	6	0.0186	3.9859	0.0740
17	*Helicteres baruensis*	Sutup	2	0.0062	5.0845	0.0315
18	*Hibiscus clypeatus*	U kúuch xiiw	2	0.0062	5.0845	0.0315
19	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	25	0.0774	2.5588	0.1980
20	*Machaerium biovulatum*	N/D	2	0.0062	5.0845	0.0315
21	*Malvaviscus arboreus*	Taman ch' iich'	13	0.0402	3.2127	0.1293
22	*Morinda royoc*	Jooyok'	2	0.0062	5.0845	0.0315
23	*Otopappus scaber*	Bejuco raspador	9	0.0279	3.5804	0.0998
24	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	4	0.0124	4.3914	0.0544
25	*Psychotria nervosa*	Ya'ax anal	2	0.0062	5.0845	0.0315
26	*Ruellia paniculata*	N/D	52	0.1610	1.8264	0.2940
27	*Solanum (Leptostemomum) hirtum*	Puut baalam	3	0.0093	4.6790	0.0435
28	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Uts'um péek'	3	0.0093	4.6790	0.0435

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
29	*Vachellia cornigera*	Subin	10	0.0310	3.4751	0.1076
TOTAL			323			2.6520

Tabla IV.34. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comunidad)	29
H'= Índice obtenido	2.6520
Hmáx = LN (S)	3.3673
Equiparabilidad (H'/Hmáx)	0.7876
Hmáx - H calculada	0.7153

- **Estrato palmas**

Sabal mexicana fue la única especie por lo que los valores corresponden a ella, Índice de Valor de Importancia 300. Este valor muestra que esta especie le confiere las características particulares a la fisonomía e influyen en la estructura del estrato Palmas.

En cuanto al índice de Shannon-Wiener en el área solicitada para el área del Proyecto, el estrato Palmas obtuvo un valor de 0.0 al ser la única especie registrada, y de acuerdo con lo sugerido por Magurran (1989), quien enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener, los valores de 0.1 y 1.5 se considera como diversidad baja.

La **equitatividad de Shannon** mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima. Si la equitatividad se acerca a cero, es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Soler *et al*., 2012). El índice de equitatividad cuenta con un valor de 0.0, siendo un valor cercano a uno, por lo que tenemos un ecosistema con dominancia de la especie *Sabal mexicana* de este estrato.

- **Estrato herbáceo**

Bromelia pinguin fue la especie que obtuvo los valores más altos del Índice de Valor de Importancia con valor de 97.81, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV.35. Índice de Valor de Importancia para estrato herbáceo.

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
1	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	25.30	12.90	5.74	43.95
2	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	18.07	9.68	3.54	31.29
3	*Bromelia pinguin*	Ch´om	13.25	9.68	74.88	97.81

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
4	*Canavalia brasiliensis*	Habas	4.82	9.68	3.29	17.79
5	*Ctenodon fascicularis*	Kabal-pich	2.41	6.45	1.82	10.68
6	*Dioscorea densiflora*	N/D	2.41	3.23	0.29	5.92
7	*Elytraria imbricata*	Kabal xaan	2.41	6.45	0.57	9.44
8	*Fridericia floribunda*	Anilkab	3.61	9.68	3.45	16.74
9	*Gouania lupuloides*	Chéen máak	1.20	3.23	0.29	4.72
10	*Petiveria alliacea*	Páay che'	2.41	3.23	0.19	5.83
11	*Schnella herrerae*	Chak-ts'ulubtok	3.61	9.68	2.49	15.78
12	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	15.66	6.45	1.53	23.65
13	*Serjania adiantoides*	Chéen aak´	1.20	3.23	1.15	5.58
14	*Tragia yucatanensis*	P´op ox	3.61	6.45	0.77	10.83
TOTAL			100	100	100	300

Dónde: FR: frecuencia relativa, DoR= dominancia relativa, AR= abundancia relativa, IVI= índice de valor de importancia.

En cuanto al índice de Shannon-Wiener en el área solicitada para el área del proyecto, el estrato herbáceo obtuvo un valor de 2.1869 y de acuerdo con lo sugerido por Magurran (1989), quien enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener, los valores de 1.6 a 3.5 se considera como diversidad media o normal.

Tabla IV.36. Índice de Shannon-Wiener para estrato herbáceo.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
1	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	21	0.2530	1.3743	0.3477
2	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	15	0.1807	1.7108	0.3092
3	*Bromelia pinguin*	Ch´om	11	0.1325	2.0209	0.2678
4	*Canavalia brasiliensis*	Habas	4	0.0482	3.0325	0.1461
5	*Ctenodon fascicularis*	Kabal-pich	2	0.0241	3.7257	0.0898
6	*Dioscorea densiflora*	N/D	2	0.0241	3.7257	0.0898
7	*Elytraria imbricata*	Kabal xaan	2	0.0241	3.7257	0.0898
8	*Fridericia floribunda*	Anilkab	3	0.0361	3.3202	0.1200
9	*Gouania lupuloides*	Chéen máak	1	0.0120	4.4188	0.0532
10	*Petiveria alliacea*	Páay che'	2	0.0241	3.7257	0.0898
11	*Schnella herrerae*	Chak-ts'ulubtok	3	0.0361	3.3202	0.1200
12	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	13	0.1566	1.8539	0.2904
13	*Serjania adiantoides*	Chéen aak´	1	0.0120	4.4188	0.0532
14	*Tragia yucatanensis*	P´op ox	3	0.0361	3.3202	0.1200
TOTAL			83			2.1869

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima. Si la equitatividad se acerca a cero, es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Soler *et al*., 2012). El índice de equitatividad cuenta con un valor de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

0.82, siendo un valor cercano a uno, por lo que tenemos un ecosistema con abundancias similares para todas las especies de este estrato.

Tabla IV.37. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para estrato herbáceo.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comunidad)	14
H'= Índice obtenido	2.1869
Hmáx = LN (S)	2.6391
Equitatividad (H'/Hmáx)	0.8287
Hmáx - H calculada	0.4522

B) Área de Influencia

Suficiencia de muestreo

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato arbóreo**

Se construyó una matriz de datos, en la que las filas representan 65 especies encontradas en el estrato arbóreo y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo, que son 8 sitios, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.38. Matriz de frecuencias de especies por sitio del muestreo para el estrato arbóreo del AI.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Allophylus cominia*	Ikbach	0	0	1	1	0	1	0	0
2	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	0	0	0	1	0	0	0	1
3	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	0	0	0	1	0	2	0	0
4	*Ateleia gummifera*	N/D	1	0	0	0	0	0	4	0
5	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	0	1	0	0	2	0	0	1
6	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	0	0	0	2	1	0	0	0
7	*Bourreria pulchra*	Balche ke	0	2	3	5	1	1	0	0
8	*Bursera simaruba*	Chakaj	9	0	1	3	1	0	0	0
9	*Byrsonima crassifolia*	Sak paj	0	0	0	1	0	1	0	0
10	*Casearia laetioides*	Ta'may	1	0	0	0	2	0	0	0
11	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	0	2	2	0	0	0	0	0
12	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	2	0	0	0	0	2	0	0
13	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	0	0	0	1	1	0	0	0
14	*Coccoloba acapulcensis*	Toj yuub	0	1	1	1	0	2	0	0
15	*Coccoloba barbadensis*	Roble de la costa	0	0	0	1	0	0	4	0
16	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	0	1	0	15	1	11	0	0
17	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	0	1	2	0	0	0	0	0
18	*Cordia gerascanthus*	Bojom	0	0	1	0	2	0	0	0
19	*Coulteria mollis*	Chak te'	0	0	3	1	0	0	1	0

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
20	*Croton arboreus*	Pak che'	0	0	1	0	0	0	9	0
21	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	0	3	0	4	2	0	0	0
22	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	10	0	4	15	0	0	44	0
23	*Diospyros salicifolia*	U chul che	0	7	0	5	5	2	0	0
24	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	0	0	0	1	9	0	0	0
25	*Diphysa carthagenensis*	Tsusuk	1	0	1	0	0	0	0	0
26	*Erythroxylum confusum*	Tooso	1	0	0	0	1	0	0	0
27	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	1	0	3	0	0	0	0	0
28	*Eugenia axillaris*	Escobillo	2	0	0	1	0	0	4	0
29	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	0	0	0	1	0	1	0	0
30	*Guazuma ulmifolia*	Kabal pixoy	1	0	0	0	1	0	0	0
31	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	6	0	2	2	2	1	0	0
32	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	0	11	23	2	0	9	0	0
33	*Haematoxylum campechianum*	Tinto	0	1	0	0	0	0	0	56
34	*Hampea trilobata*	Majagua	0	1	0	0	1	0	0	0
35	*Handroanthus chrysanthus*	K'an lool k'aax	0	0	0	0	0	1	0	0
36	*Havardia albicans*	Chukum	1	0	1	0	8	0	2	0
37	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	0	0	1	2	1	1	0	0
38	*Krugiodendron ferreum*	Ch'iin took'	0	2	2	1	0	0	0	0
39	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	0	1	0	7	12	0	0	0
40	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	8	4	4	7	3	30	0	0
41	*Luehea speciosa*	K'askáat	1	1	0	0	2	0	0	0
42	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	5	10	4	8	0	1	0	0
43	*Machaonia lindeniana*	K´uch´eel	0	0	10	0	0	2	0	0
44	*Malpighia glabra*	Wayate'	0	1	0	0	1	1	0	0
45	*Melicoccus oliviformis*	Huayum	0	1	0	0	1	0	0	0
46	*Metopium brownei*	Cheechem	2	0	1	0	0	0	0	0
47	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	0	1	0	0	0	0	2	0
48	*Myrcia neopallens*	N/D	2	0	0	0	0	0	10	2
49	*Myrcianthes fragrans*	Koj kaan´	0	2	0	0	0	0	10	0
50	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	3	7	1	4	1	6	0	0
51	*Parathesis cubana*	Chak yah	0	1	0	1	1	0	0	0
52	*Piscidia piscipula*	Jabín	11	21	0	10	2	14	0	0
53	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	0	0	1	0	0	2	0	0
54	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	1	0	1	0	0	13	0	0
55	*Randia longiloba*	K'aaxil	2	0	0	0	2	0	0	0
56	*Randia truncata*	Crucetillo	9	0	4	1	0	4	4	0
57	*Sapranthus campechianus*	Sak éelemuy	4	0	0	2	0	0	0	0
58	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	3	1	0	1	0	0	0	0
59	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	0	1	5	0	0	0	0	0

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

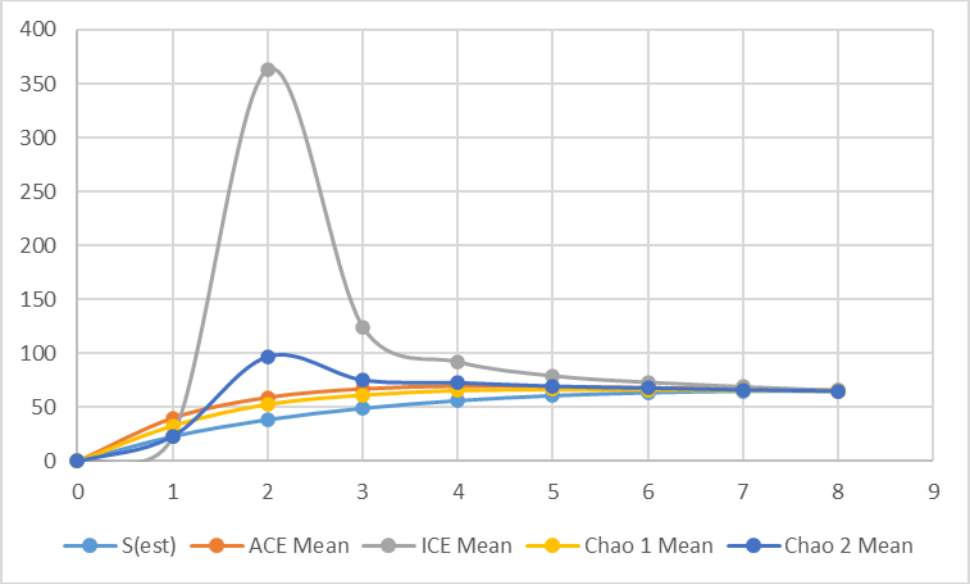
No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
60	*Senna racemosa*	K'an lool	0	0	0	0	2	0	0	0
61	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	0	2	0	2	0	0	1	0
62	*Spondias radlkoferi*	Jobo	1	0	0	0	2	0	0	0
63	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	0	1	0	1	0	0	1	0
64	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	1	0	0	1	1	0	0	0
65	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	1	0	1	0	0	1	0	0

Tabla IV.39. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato arbóreo.

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	23	39.81	23.32	32.95	23.32
2	38.5	58.79	363.21	52.81	96.95
3	48.98	66.66	124.35	61.36	75.27
4	56.03	69.22	92.24	65.61	72.8
5	60.63	68.52	79.19	66.35	69.53
6	63.39	67.64	73.31	66.27	67.86
7	64.75	66.58	69.06	65.67	66.17
8	65	65.29	65.71	65	65.03
Certeza de riqueza (%)		100	99	100	100

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde se aprecia la curva de acumulación de especies obtenida.

Figura IV.47. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo del AI.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Se observa que a partir del sitio 3 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el sitio 7 empieza a ser asintótica. Es decir, después de esta cantidad de sitios la representatividad tiende a estabilizarse y en el sitio 8 alcanza 100 % de certeza.

Para los 8 sitios muestreados en el AI, para el estrato arbóreo se obtuvieron 65 especies, donde por los estimadores ACE, ICE, Chao 1, y Chao 2 se encontraron todas las especies. Considerando lo anterior, podemos concluir que contamos con una certeza de riqueza del 99-100 %.

Por todo lo anterior, podemos concluir, que el muestreo realizado en el área de influencia para el estrato arbóreo es estadísticamente fiable, suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad y demás indicadores de la vegetación.

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato arbustivo**

Se construyó una matriz de datos, en la que las filas representan las 29 especies encontradas en el estrato arbustivo y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo que son 8 sitios de muestreo, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.40. Matriz de frecuencias de especies por sitio de muestreo del estrato arbustivo del AI.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Abutilon permolle*	N/D	1	0	0	1	0	0	1	0
2	*Aphelandra scabra*	Kaj yuuk	0	37	11	2	0	0	0	0
3	*Astrocasia tremula*	Abalak	0	1	0	1	0	0	0	0
4	*Attilaea Abalak*	Ch'ilib tuux	0	1	0	0	0	1	0	0
5	*Ayenia fasciculata*	Pata de vaca	1	12	1	0	0	0	0	0
6	*Bauhinia divaricata*	Sip che'	2	0	0	0	0	1	0	0
7	*Bunchosia swartziana*	Pukin	2	2	6	1	3	6	0	0
8	*Callicarpa acuminata*	Puuts' mukuy	1	0	0	1	0	0	0	0
9	*Casearia thamnia*	Xt´uun ché	0	1	0	0	0	1	0	0
10	*Casearia yucatanensis*	Ek'balam	2	0	6	2	1	13	0	0
11	*Chiococca motleyana*	Baake aak´	0	1	0	0	0	0	1	0
12	*Colubrina heteroneura*	Sutup	0	0	1	0	0	0	1	0
13	*Croton flavens*	Carricillo	0	1	0	0	1	0	0	0
14	*Dalbergia glabra*	Taman ch' iich'	0	0	1	0	0	0	0	3
15	*Eugenia capuli*	Jooyok'	0	2	0	0	0	5	0	0
16	*Eumachia microdon*	Bejuco raspador	1	0	0	0	4	0	0	0
17	*Helicteres baruensis*	Uña de gato	0	0	0	0	0	3	0	0
18	*Heteropterys lindeniana*	Ya'ax anal	0	3	0	0	0	0	71	24
19	*Indigofera suffruticosa*	Uts'um péek'	0	0	2	0	0	0	0	0
20	*Karwinskia humboldtiana*	Sakmisbil	1	0	0	1	0	0	0	0
21	*Lasiacis divaricata*	Xinché	0	7	0	0	2	0	0	0

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
22	*Malvaviscus arboreus*	Limoncillo	16	1	0	3	38	2	0	0
23	*Morinda royok*	Muk	1	0	0	0	1	0	0	0
24	*Otopappus scaber*	N/D	0	1	0	0	1	0	0	0
25	*Parmentiera millspaughiana*	N/D	1	0	0	0	2	0	0	0
26	*Pisonia aculeata*	Ch'oj xiiw	1	5	0	0	0	1	0	0
27	*Psychotria nervosa*	L u'um che'	2	19	1	0	1	0	0	0
28	*Senegalia riparia*	Kat ku´uk	0	0	3	0	0	1	2	0
29	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Yax catzim	4	0	0	1	0	0	0	0

Una vez hecha la corrida de la matriz de frecuencias en el programa EstimateS 9.10, se obtienen varios indicadores de la curva de acumulación de especies, tales como medias, bandas de confianzas y estimadores no paramétricos como ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 los cuales se presentan en la siguiente tabla.

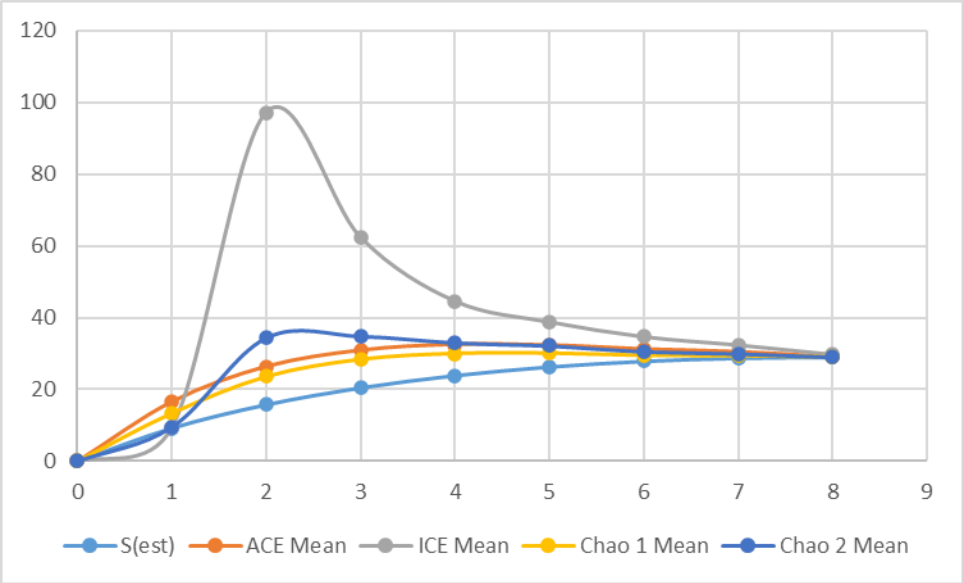
Tabla IV.41. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato arbustivo del AI.

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	9.25	16.6	9.57	13.37	9.57
2	15.79	26.38	97.25	23.57	34.53
3	20.5	30.89	62.32	28.36	34.91
4	23.91	32.51	44.62	30	33.08
5	26.32	32.31	38.83	30.11	32.21
6	27.89	31.17	34.71	29.46	30.61
7	28.75	30.45	32.4	29.37	29.99
8	29	29	29.81	29	29.05
Certeza de riqueza (%)		**100**	**97**	**100**	**100**

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.48. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo del AI.



Se observa que a partir del sitio 3 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el sitio 7 empieza a ser asintótica. Es decir, después del sitio 8, la representatividad tiende a estabilizarse y alcanza 100 % de certeza.

Para los 8 sitios muestreados del AI en el estrato arbustivo se observaron 29 especies. Así mismo, en la curva de acumulación de especies para los cuatro estimadores ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2, el muestreo se encuentra completo, ya que, en todos los casos se predijo la misma cantidad de especies con respecto a las especies observadas, es decir contamos con el 97-100 % de certeza de riqueza.

Por todo lo anterior, podemos concluir, que el muestreo realizado en el área de influencia para el estrato arbustivo es estadísticamente fiable, suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad y demás indicadores de la vegetación.

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato palmas**

Se construyó una matriz de datos, en la que las filas representan 1 especie encontradas en el estrato de Palmas y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo que son 8 sitios de muestreo, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.42. Matriz de frecuencias por sitio de muestreo para el estrato de palmas del AI.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Sabal mexicana*	Bon xa'an	7	0	0	9	0	0	0	0

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

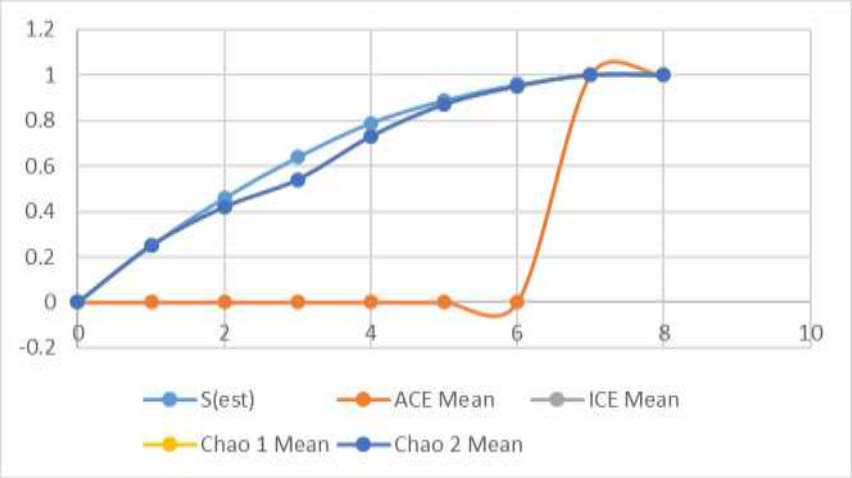
Una vez hecha la corrida de la matriz de frecuencias en el programa EstimateS 9.10, se obtienen varios indicadores de la curva de acumulación de especies, tales como medias, bandas de confianzas y estimadores no paramétricos como ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV.43. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato de palmas del AI.

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	0.25	0	0.25	0.25	0.25
2	0.46	0	0.42	0.42	0.42
3	0.64	0	0.54	0.54	0.54
4	0.79	0	0.73	0.73	0.73
5	0.89	0	0.87	0.87	0.87
6	0.96	0	0.95	0.95	0.95
7	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1
Certeza de riqueza (%)		**100**	**100**	**100**	**100**

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Figura IV.49. Curva de acumulación de especies para el estrato palmas del AI.



Se observa que a partir del sitio 5 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el sitio 7 empieza a ser asintótica. Es decir, después del sitio 8, la representatividad tiende a estabilizarse y alcanza 100 % de certeza.

Para los 8 sitios muestreados del AI en el estrato de Palmas, se obtuvo 1 especie, asimismo para los estimadores ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2, es decir se observaron el 100 % de la riqueza esperada.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Por todo lo anterior, podemos concluir, que el muestreo realizado en el área de influencia para el estrato Palmas, es estadísticamente fiable, suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad y demás indicadores de la vegetación.

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato herbáceo**

Se construyó una matriz de datos, en la que las filas representan las especies encontradas en el estrato herbáceo las cuales son 10 especies y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo que son 8 sitios de muestreo, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.44. Matriz de frecuencias de especies por sitio de muestreo para el estrato herbáceo del AI.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	0	1	0	0	0	1	0	0
2	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	16	3	0	2	1	0	0	0
3	*Bromelia pinguin*	Ch´om	2	0	0	0	0	2	0	0
4	*Cissampelos pareira*	Péepen tuunich	1	0	0	0	1	0	0	0
5	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	1	2	2	0	0	1	0	0
6	*Fridericia floribunda*	Anilkab	0	0	2	0	5	0	0	0
7	*Gouania lupuloides*	Chéen máak	0	0	0	2	0	0	0	3
8	*Heteropterys brachiata*	Wayúum aak'	0	0	0	1	0	0	0	2
9	*Schnella herrerae*	Chak-ts'ulubtok	0	0	0	0	2	0	0	0
10	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	1	14	6	0	0	3	0	0

Una vez hecha la corrida de la matriz de frecuencias en el programa EstimateS 9.10, se obtienen varios indicadores de la curva de acumulación de especies, tales como medias, bandas de confianzas y estimadores no paramétricos como ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 los cuales se presentan en la siguiente tabla.

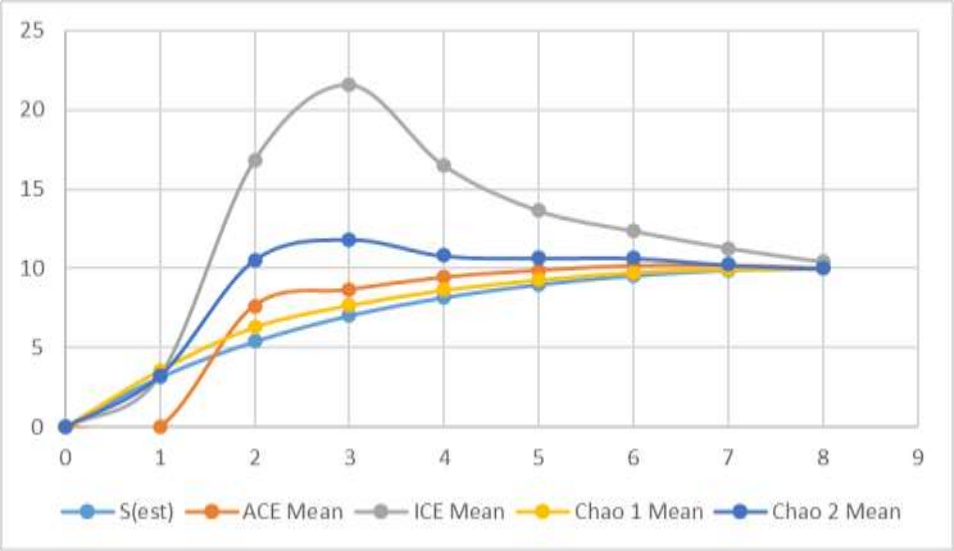
Tabla IV.45. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato herbáceo del AI.

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	3.13	0	3.24	3.57	3.24
2	5.39	7.65	16.81	6.3	10.54
3	7.02	8.66	21.57	7.67	11.85
4	8.17	9.44	16.49	8.63	10.81
5	8.98	9.87	13.64	9.27	10.67
6	9.54	10.17	12.36	9.74	10.67
7	9.88	10.18	11.28	9.93	10.24
8	10	10	10.42	10	10
Certeza de riqueza (%)		**100**	**96**	**100**	**100**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Figura IV.50. Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo del AI.



Se observa que a partir del sitio 4 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el sitio 8 empieza a ser asintótica. Es decir, después del sitio 8, la representatividad tiende a estabilizarse y alcanza 100 % de certeza.

Para los 8 sitios muestreados de AI en el estrato Herbáceo, se obtuvieron 10 especies, donde por los estimadores ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2, se esperaría encontrar la misma cantidad de especies. Considerando lo anterior, podemos concluir que contamos con el 96-100 % de certeza de riqueza.

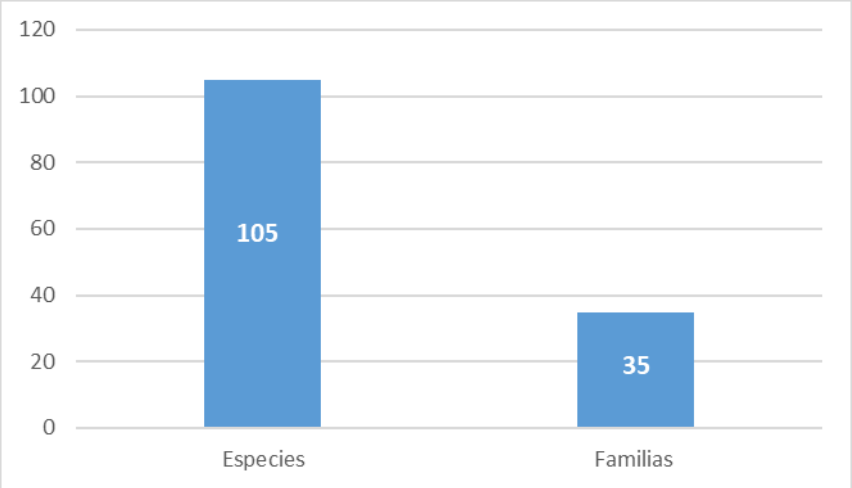
Por todo lo anterior, podemos concluir, que el **muestreo** realizado en el área de **influencia** para el **estrato Herbáceo** es estadísticamente **fiable, suficiente y representativo**, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad y demás indicadores de la vegetación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Composición

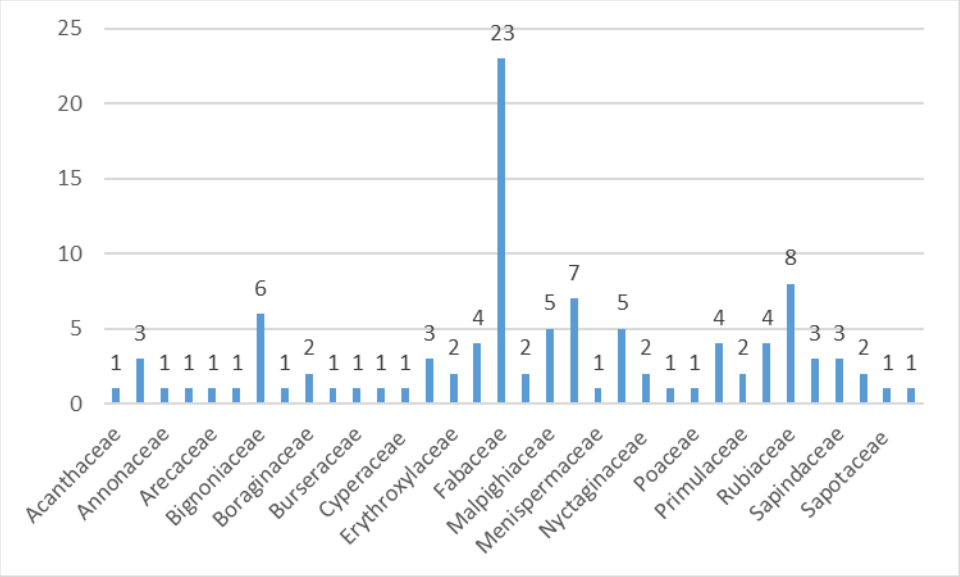
Dentro del estudio florístico se encontraron 105 especies distribuidas en 35 familias como se muestra en el siguiente gráfico de diversidad.

Figura IV.51. Diversidad expresada en riqueza de especies del AI.



La distribución de especies por familias es como se aprecia en el gráfico siguiente, en el cual se muestran a las familias y el número de especies registradas. Las familias con mayor riqueza fueron Fabaceae, y Rubiaceae con 23 y 8 especies, seguida de Malvaceae y Bignoniaceae con 7 y 6, respectivamente, Malpigiaceae y Myrtaceae con 5 especies, el resto de familias con 4 o menos especies.

Figura IV.52. Distribución de especies por familias del AI.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

A continuación, se presenta el listado de las especies y sus respectivas familias encontradas en el área de influencia. Para el estrato arbóreo se encontraron un total de 65 especies, de las cuales sólo *Platymiscium yucatanum, Randia longiloba* y *Randia truncata* son especies de distribución endémica-nativa; por otro lado, como exótica *Melicoccus oliviformis*, el resto son especies nativas. Para el estrato arbustivo se encontraron un total de 29 especies, casi todas son especies nativas, excepto *Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana* catalogadas como Endémicas, y *Eumachia microdon* como Endémica-Nativa. Para el estrato epífitas no se encontraron especies. Para el estrato herbáceo se encontraron un total de 10 especies, las cuales todas son especies nativas. Para el estrato de palmas se encontró una especie de distribución nativa.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.46. Listado taxonómico florístico a nivel del Área de Influencia encontrado en el muestreo.

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
1	Arbóreo	Sapindaceae	*Allophylus cominia*	Ikbach	****	LC	****	Nativa
2	Arbóreo	Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	****	LC	****	Nativa
3	Arbóreo	Primulaceae	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	****	LC	****	Nativa
4	Arbóreo	Fabaceae	*Ateleia gummifera*	N/D	****	LC	****	Nativa
5	Arbóreo	Fabaceae	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	****	LC	****	Nativa
6	Arbóreo	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	****	LC	****	Nativa
7	Arbóreo	Ehretiaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke	****	LC	****	Nativa
8	Arbóreo	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chakaj	****	LC	****	Nativa
9	Arbóreo	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Sak paj	****	LC	****	Nativa
10	Arbóreo	Salicaceae	*Casearia laetioides*	Ta'may	****	LC	****	Nativa
11	Arbóreo	Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	****	LC	****	Nativa
12	Arbóreo	Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	****	LC	****	Nativa
13	Arbóreo	Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	****	LC	****	Nativa
14	Arbóreo	Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Toj yuub	****	LC	****	Nativa
15	Arbóreo	Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Roble de la costa	****	LC	****	Nativa
16	Arbóreo	Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	****	LC	****	Nativa
17	Arbóreo	Bixaceae	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	****	LC	****	Nativa
18	Arbóreo	Cordiaceae	*Cordia gerascanthus*	Bojom	****	LC	****	Nativa
19	Arbóreo	Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chak te'	****	DD	****	Nativa
20	Arbóreo	Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Pak che'	****	LC	****	Nativa
21	Arbóreo	Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	****	LC	****	Nativa
22	Arbóreo	Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	****	LC	****	Nativa
23	Arbóreo	Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	U chul che	****	LC	****	Nativa
24	Arbóreo	Ebenaceae	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	****	LC	****	Nativa
25	Arbóreo	Fabaceae	*Diphysa carthagenensis*	Tsusuk	****	LC	****	Nativa
26	Arbóreo	Erythroxylaceae	*Erythroxylum confusum*	Tooso	****	LC	****	Nativa
27	Arbóreo	Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	****	LC	****	Nativa
28	Arbóreo	Myrtaceae	*Eugenia axillaris*	Escobillo	****	LC	****	Nativa

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
29	Arbóreo	Fabaceae	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	****	LC	****	Nativa
30	Arbóreo	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Kabal pixoy	****	LC	****	Nativa
31	Arbóreo	Rubiaceae	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	****	LC	****	Nativa
32	Arbóreo	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	****	LC	****	Nativa
33	Arbóreo	Fabaceae	*Haematoxylum campechianum*	Tinto	****	LC	****	Nativa
34	Arbóreo	Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua	****	LC	****	Nativa
35	Arbóreo	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	K'an lool k'aax	****	VU	Ap. II	Nativa
36	Arbóreo	Fabaceae	*Havardia albicans*	Chukum	****	LC	****	Nativa
37	Arbóreo	Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	****	LC	****	Nativa
38	Arbóreo	Rhamnaceae	*Krugiodendron ferreum*	Ch'iin took'	****	LC	****	Nativa
39	Arbóreo	Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	****	LC	****	Nativa
40	Arbóreo	Fabaceae	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	****	****	****	Nativa
41	Arbóreo	Malvaceae	*Luehea speciosa*	K'askáat	****	LC	****	Nativa
42	Arbóreo	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	****	LC	****	Nativa
43	Arbóreo	Rubiaceae	*Machaonia lindeniana*	K´uch´eel	****	LC	****	Nativa
44	Arbóreo	Malpighiaceae	*Malpighia glabra*	Wayate'	****	LC	****	Nativa
45	Arbóreo	Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis*	Huayum	****	****	****	Exótica
46	Arbóreo	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Cheechem	****	LC	****	Nativa
47	Arbóreo	Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	****	LC	****	Nativa
48	Arbóreo	Myrtaceae	*Myrcia neopallens*	N/D	****	****	****	Nativa
49	Arbóreo	Myrtaceae	*Myrcianthes fragrans*	Koj kaan´	****	LC	****	Nativa
50	Arbóreo	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	****	LC	****	Nativa
51	Arbóreo	Primulaceae	*Parathesis cubana*	Chak yah	****	LC	****	Nativa
52	Arbóreo	Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín	****	LC	****	Nativa
53	Arbóreo	Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	****	NT	****	Endémica,Nativa
54	Arbóreo	Myrtaceae	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	****	LC	****	Nativa
55	Arbóreo	Rubiaceae	*Randia longiloba*	K'aaxil	****	LC	****	Endémica,Nativa
56	Arbóreo	Rubiaceae	*Randia truncata*	Crucetillo	****	LC	****	Endémica,Nativa
57	Arbóreo	Annonaceae	*Sapranthus campechianus*	Sak éelemuy	****	LC	****	Nativa

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
58	Arbóreo	Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	****	LC	****	Nativa
59	Arbóreo	Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	****	LC	****	Nativa
60	Arbóreo	Fabaceae	*Senna racemosa*	K'an lool	****	LC	****	Nativa
61	Arbóreo	Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	****	LC	****	Nativa
62	Arbóreo	Anacardiaceae	*Spondias radlkoferi*	Jobo	****	LC	****	Nativa
63	Arbóreo	Fabaceae	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	****	LC	****	Nativa
64	Arbóreo	Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	****	LC	****	Nativa
65	Arbóreo	Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	****	LC	****	Nativa
66	Arbustivo	Malvaceae	*Abutilon permolle*	Sakmisbil	****	****	****	Nativa
67	Arbustivo	Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	N/D	****	LC	****	Nativa
68	Arbustivo	Phyllanthaceae	*Astrocasia tremula*	Kaj yuuk	****	LC	****	Nativa
69	Arbustivo	Anacardiaceae	*Attilaea Abalak*	Abalak	****	EN	****	Nativa
70	Arbustivo	Malvaceae	*Ayenia fasciculata*	Ch'ilib tuux	****	****	****	Endémica
71	Arbustivo	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	****	LC	****	Nativa
72	Arbustivo	Malpighiaceae	*Bunchosia swartziana*	Sip che'	****	LC	****	Nativa
73	Arbustivo	Lamiaceae	*Callicarpa acuminata*	Pukin	****	LC	****	Nativa
74	Arbustivo	Salicaceae	*Casearia thamnia*	Xinché	****	LC	****	Nativa
75	Arbustivo	Salicaceae	*Casearia yucatanensis*	Puuts' mukuy	****	NT	****	Endémica
76	Arbustivo	Rubiaceae	*Chiococca motleyana*	Xt´uun ché	****	****	****	Endémica
77	Arbustivo	Rhamnaceae	*Colubrina heteroneura*	Limoncillo	****	LC	****	Nativa
78	Arbustivo	Euphorbiaceae	*Croton flavens*	Ek'balam	****	LC	****	Nativa
79	Arbustivo	Fabaceae	*Dalbergia glabra*	Muk	****	LC	Ap. II	Nativa
80	Arbustivo	Myrtaceae	*Eugenia capuli*	N/D	****	LC	****	Nativa
81	Arbustivo	Rubiaceae	*Eumachia microdon*	Baake aak´	****	LC	****	Endémica,Nativa
82	Arbustivo	Malvaceae	*Helicteres baruensis*	Sutup	****	LC	****	Nativa
83	Arbustivo	Malpighiaceae	*Heteropterys lindeniana*	N/D	****	****	****	Nativa
84	Arbustivo	Fabaceae	*Indigofera suffruticosa*	Ch'oj xiiw	****	****	****	Nativa
85	Arbustivo	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	L u'um che'	****	LC	****	Nativa
86	Arbustivo	Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	****	LC	****	Nativa

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
87	Arbustivo	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Taman ch' iich'	****	LC	****	Nativa
88	Arbustivo	Rubiaceae	*Morinda royoc*	Jooyok'	****	LC	****	Nativa
89	Arbustivo	Asteraceae	*Otopappus scaber*	Bejuco raspador	****	****	****	Nativa
90	Arbustivo	Bignoniaceae	*Parmentiera millspaughiana*	Kat ku´uk	****	LC	****	Nativa
91	Arbustivo	Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	****	LC	****	Nativa
92	Arbustivo	Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Ya'ax anal	****	LC	****	Nativa
93	Arbustivo	Fabaceae	*Senegalia riparia*	Yax catzim	****	LC	****	Nativa
94	Arbustivo	Apocynaceae	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Uts'um péek'	****	LC	****	Nativa
95	Herbáceo	Bignoniaceae	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	****	****	****	Nativa
96	Herbáceo	Bignoniaceae	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	****	****	****	Nativa
97	Herbáceo	Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Ch´om	****	****	****	Nativa
98	Herbáceo	Menispermaceae	*Cissampelos pareira*	Péepen tuunich	****	****	****	Nativa
99	Herbáceo	Bignoniaceae	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	****	****	****	Nativa
100	Herbáceo	Bignoniaceae	*Fridericia floribunda*	Anilkab	****	****	****	Nativa
101	Herbáceo	Rhamnaceae	*Gouania lupuloides*	Chéen máak	****	****	****	Nativa
102	Herbáceo	Malpighiaceae	*Heteropterys brachiata*	Wayúum aak'	****	****	****	Nativa
103	Herbáceo	Fabaceae	*Schnella herrerae*	Chak-ts'ulubtok	****	****	****	Nativa
104	Herbáceo	Cyperaceae	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	****	LC	****	Nativa
105	Palma	Arecaceae	*Sabal mexicana*	Bon xa'an	****	LC	****	Nativa

Dónde: NOM-059 = Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr= protección especial, IUCN = Categoría internacional de riesgo, Unión internacional para la conservación de la naturaleza (IUCN), donde: LC = Preocupación menor, CITES = Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres; Ap. II = Incluye especies amenazadas con poblaciones que se han visto muy reducidas, aunque no están en peligro extinción, aplicando los controles necesarios para su comercialización.

Especies en la NOM-059

Se revisó dentro de la NOM-059 las 105 especies enlistadas, resultando que ninguna se encuentra bajo la categoría de riesgo.

Análisis de diversidad y valor de importancia

- **Estrato arbóreo**

Como se muestra en la siguiente tabla *Piscidia piscipula* y *Lysiloma latisiliquum*, fueron las especies que obtuvieron los valores más altos del IVI con un valor de 23.24 y 24.55, respectivamente, por lo que estas especies son las que conforman la estructura y fisonomía del ecosistema en estudio.

Tabla IV.47. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo del AI.

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
1	*Allophylus cominia*	Ikbach	0.42	1.63	0.03	2.09
2	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	0.28	1.09	0.11	1.48
3	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	0.42	1.09	0.04	1.55
4	*Ateleia gummifera*	N/D	0.70	1.09	0.06	1.85
5	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	0.56	1.63	0.26	2.45
6	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	0.42	1.09	0.09	1.60
7	*Bourreria pulchra*	Balche ke	1.69	2.72	2.12	6.53
8	*Bursera simaruba*	Chakaj	1.97	2.17	5.30	9.45
9	*Byrsonima crassifolia*	Sak paj	0.28	1.09	0.86	2.23
10	*Casearia laetioides*	Ta'may	0.42	1.09	0.61	2.12
11	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	0.56	1.09	0.33	1.98
12	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	0.56	1.09	0.01	1.66
13	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	0.28	1.09	0.32	1.69
14	*Coccoloba acapulcensis*	Toj yuub	0.70	2.17	0.44	3.32
15	*Coccoloba barbadensis*	Roble de la costa	0.70	1.09	0.11	1.90
16	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	3.94	2.17	0.85	6.97
17	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	0.42	1.09	0.88	2.39
18	*Cordia gerascanthus*	Bojom	0.42	1.09	0.54	2.05
19	*Coulteria mollis*	Chak te'	0.70	1.63	0.01	2.35
20	*Croton arboreus*	Pak che'	1.41	1.09	0.33	2.83
21	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	1.27	1.63	0.34	3.24
22	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	10.28	2.17	2.25	14.71
23	*Diospyros salicifolia*	U chul che	2.68	2.17	1.17	6.02
24	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	1.41	1.09	1.00	3.50
25	*Diphysa carthagenensis*	Tsusuk	0.28	1.09	0.43	1.79
26	*Erythroxylum confusum*	Tooso	0.28	1.09	0.14	1.51
27	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	0.56	1.09	0.09	1.74

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
28	*Eugenia axillaris*	Escobillo	0.99	1.63	0.00	2.62
29	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	0.28	1.09	0.22	1.59
30	*Guazuma ulmifolia*	Kabal pixoy	0.28	1.09	0.54	1.91
31	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	1.83	2.72	2.49	7.04
32	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	6.34	2.17	8.58	17.09
33	*Haematoxylum campechianum*	Tinto	8.03	1.09	11.55	20.67
34	*Hampea trilobata*	Majagua	0.28	1.09	0.19	1.56
35	*Handroanthus chrysanthus*	K'an lool k'aax	0.14	0.54	0.09	0.77
36	*Havardia albicans*	Chukum	1.69	2.17	5.51	9.38
37	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	0.70	2.17	0.88	3.76
38	*Krugiodendron ferreum*	Ch'iin took'	0.70	1.63	0.97	3.30
39	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	2.82	1.63	1.93	6.38
40	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	7.89	3.26	5.95	17.10
41	*Luehea speciosa*	K'askáat	0.56	1.63	0.47	2.67
42	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	3.94	2.72	17.89	24.55
43	*Machaonia lindeniana*	K´uch´eel	1.69	1.09	2.06	4.83
44	*Malpighia glabra*	Wayate'	0.42	1.63	0.18	2.23
45	*Melicoccus oliviformis*	Huayum	0.28	1.09	0.29	1.66
46	*Metopium brownei*	Cheechem	0.42	1.09	1.11	2.62
47	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	0.42	1.09	0.25	1.76
48	*Myrcia neopallens*	N/D	1.97	1.63	0.90	4.50
49	*Myrcianthes fragrans*	Koj kaan´	1.69	1.09	0.29	3.07
50	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	3.10	3.26	0.26	6.62
51	*Parathesis cubana*	Chak yah	0.42	1.63	0.25	2.30
52	*Piscidia piscipula*	Jabín	8.17	2.72	12.35	23.24
53	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	0.42	1.09	0.25	1.76
54	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	2.11	1.63	2.07	5.81
55	*Randia longiloba*	K'aaxil	0.56	1.09	1.50	3.15
56	*Randia truncata*	Crucetillo	3.10	2.72	0.24	6.06
57	*Sapranthus campechianus*	Sak éelemuy	0.85	1.09	0.12	2.05
58	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	0.70	1.63	0.53	2.86
59	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	0.85	1.09	0.01	1.94
60	*Senna racemosa*	K'an lool	0.28	0.54	0.43	1.25
61	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	0.70	1.63	0.21	2.55
62	*Spondias radlkoferi*	Jobo	0.42	1.09	0.03	1.54
63	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	0.42	1.63	0.31	2.37
64	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	0.42	1.63	0.14	2.20
65	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	0.42	1.63	0.22	2.27
TOTAL			100	100	100	300

Donde: FR: Frecuencia Relativa, DoR= Dominancia Relativa; DR= Densidad Relativa, IVI= Índice de Valor de Importancia.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.48. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo del AI.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
1	*Allophylus cominia*	Ikbach	3	0.0042	5.4667	0.0231
2	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	2	0.0028	5.8721	0.0165
3	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	3	0.0042	5.4667	0.0231
4	*Ateleia gummifera*	N/D	5	0.0070	4.9558	0.0349
5	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	4	0.0056	5.1790	0.0292
6	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	3	0.0042	5.4667	0.0231
7	*Bourreria pulchra*	Balche ke	12	0.0169	4.0804	0.0690
8	*Bursera simaruba*	Chakaj	14	0.0197	3.9262	0.0774
9	*Byrsonima crassifolia*	Sak paj	2	0.0028	5.8721	0.0165
10	*Casearia laetioides*	Ta'may	3	0.0042	5.4667	0.0231
11	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	4	0.0056	5.1790	0.0292
12	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	4	0.0056	5.1790	0.0292
13	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	2	0.0028	5.8721	0.0165
14	*Coccoloba acapulcensis*	Toj yuub	5	0.0070	4.9558	0.0349
15	*Coccoloba barbadensis*	Roble de la costa	5	0.0070	4.9558	0.0349
16	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	28	0.0394	3.2331	0.1275
17	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	3	0.0042	5.4667	0.0231
18	*Cordia gerascanthus*	Bojom	3	0.0042	5.4667	0.0231
19	*Coulteria mollis*	Chak te'	5	0.0070	4.9558	0.0349
20	*Croton arboreus*	Pak che'	10	0.0141	4.2627	0.0600
21	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	9	0.0127	4.3680	0.0554
22	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	73	0.1028	2.2748	0.2339
23	*Diospyros salicifolia*	U chul che	19	0.0268	3.6208	0.0969
24	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	10	0.0141	4.2627	0.0600
25	*Diphysa carthagenensis*	Tsusuk	2	0.0028	5.8721	0.0165
26	*Erythroxylum confusum*	Tooso	2	0.0028	5.8721	0.0165
27	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	4	0.0056	5.1790	0.0292
28	*Eugenia axillaris*	Escobillo	7	0.0099	4.6194	0.0455
29	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	2	0.0028	5.8721	0.0165
30	*Guazuma ulmifolia*	Kabal pixoy	2	0.0028	5.8721	0.0165
31	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	13	0.0183	4.0003	0.0732
32	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	45	0.0634	2.7586	0.1748
33	*Haematoxylum campechianum*	Tinto	57	0.0803	2.5222	0.2025
34	*Hampea trilobata*	Majagua	2	0.0028	5.8721	0.0165
35	*Handroanthus chrysanthus*	K'an lool k'aax	1	0.0014	6.5653	0.0092
36	*Havardia albicans*	Chukum	12	0.0169	4.0804	0.0690
37	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	5	0.0070	4.9558	0.0349
38	*Krugiodendron ferreum*	Ch'iin took'	5	0.0070	4.9558	0.0349
39	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	20	0.0282	3.5695	0.1006
40	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	56	0.0789	2.5399	0.2003
41	*Luehea speciosa*	K'askáat	4	0.0056	5.1790	0.0292
42	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	28	0.0394	3.2331	0.1275
43	*Machaonia lindeniana*	K´uch´eel	12	0.0169	4.0804	0.0690

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
44	*Malpighia glabra*	Wayate'	3	0.0042	5.4667	0.0231
45	*Melicoccus oliviformis*	Huayum	2	0.0028	5.8721	0.0165
46	*Metopium brownei*	Cheechem	3	0.0042	5.4667	0.0231
47	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	3	0.0042	5.4667	0.0231
48	*Myrcia neopallens*	N/D	14	0.0197	3.9262	0.0774
49	*Myrcianthes fragrans*	Koj kaan´	12	0.0169	4.0804	0.0690
50	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	22	0.0310	3.4742	0.1077
51	*Parathesis cubana*	Chak yah	3	0.0042	5.4667	0.0231
52	*Piscidia piscipula*	Jabín	58	0.0817	2.5048	0.2046
53	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	3	0.0042	5.4667	0.0231
54	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	15	0.0211	3.8572	0.0815
55	*Randia longiloba*	K'aaxil	4	0.0056	5.1790	0.0292
56	*Randia truncata*	Crucetillo	22	0.0310	3.4742	0.1077
57	*Sapranthus campechianus*	Sak éelemuy	6	0.0085	4.7735	0.0403
58	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	5	0.0070	4.9558	0.0349
59	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	6	0.0085	4.7735	0.0403
60	*Senna racemosa*	K'an lool	2	0.0028	5.8721	0.0165
61	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	5	0.0070	4.9558	0.0349
62	*Spondias radlkoferi*	Jobo	3	0.0042	5.4667	0.0231
63	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	3	0.0042	5.4667	0.0231
64	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	3	0.0042	5.4667	0.0231
65	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	3	0.0042	5.4667	0.0231
TOTAL			710			3.5464

Tabla IV.49. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo del AI.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comunidad)	65
H'= Índice obtenido	3.5464
Hmáx = LN (S)	4.1744
Equitatividad (H'/Hmáx)	0.8496
Hmáx - H calculada	0.6280

Por otra parte, en cuanto al índice de Shannon-Wiener se obtuvo un valor de 3.5464 y de acuerdo a lo sugerido por Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener, los valores superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima. Si la equitatividad se acerca a cero es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Soler et al., 2012). El índice de equitatividad cuenta con un valor de 0.8496, siendo un valor cercano a uno, por lo que tenemos un ecosistema con abundancias similares para todas las especies de este estrato.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Estrato arbustivo**

Como se muestra en la siguiente tabla *Heteropterys lindeniana* y *Bunchosia swartziana*, fueron las especies que obtuvieron los valores más altos del valor promedio del IVI con 61.89 y 30.53, respectivamente, lo cual demuestra la influencia que estas especies tienen sobre la estructura y fisonomía del ecosistema.

Tabla IV.50. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo del AI.

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
1	*Abutilon permolle*	N/D	0.82	4.05	0.05	4.92
2	*Aphelandra scabra*	Kaj yuuk	13.66	4.05	2.81	20.52
3	*Astrocasia tremula*	Abalak	0.55	2.70	0.06	3.30
4	*Attilaea Abalak*	Ch'ilib tuux	0.55	2.70	0.41	3.66
5	*Ayenia fasciculata*	Pata de vaca	3.83	4.05	0.52	8.40
6	*Bauhinia divaricata*	Sip che'	0.82	2.70	0.65	4.17
7	*Bunchosia swartziana*	Pukin	5.46	8.11	16.95	30.53
8	*Callicarpa acuminata*	Puuts' mukuy	0.55	2.70	4.10	7.35
9	*Casearia thamnia*	Xt´uun ché	0.55	2.70	0.32	3.57
10	*Casearia yucatanensis*	Ek'balam	6.56	6.76	5.84	19.15
11	*Chiococca motleyana*	Baake aak´	0.55	2.70	0.04	3.29
12	*Colubrina heteroneura*	Sutup	0.55	2.70	0.34	3.59
13	*Croton flavens*	Carricillo	0.55	2.70	0.18	3.42
14	*Dalbergia glabra*	Taman ch' iich'	1.09	2.70	0.38	4.18
15	*Eugenia capuli*	Jooyok'	1.91	2.70	2.63	7.25
16	*Eumachia microdon*	Bejuco raspador	1.37	2.70	1.64	5.71
17	*Helicteres baruensis*	Uña de gato	0.82	1.35	0.84	3.01
18	*Heteropterys lindeniana*	Ya'ax anal	26.78	4.05	31.06	61.89
19	*Indigofera suffruticosa*	Uts'um péek'	0.55	1.35	0.22	2.12
20	*Karwinskia humboldtiana*	Sakmisbil	0.55	2.70	5.12	8.37
21	*Lasiacis divaricata*	Xinché	2.46	2.70	0.08	5.24
22	*Malvaviscus arboreus*	Limoncillo	16.39	6.76	2.43	25.58
23	*Morinda royok*	Muk	0.55	2.70	0.06	3.30
24	*Otopappus scaber*	N/D	0.55	2.70	0.04	3.29
25	*Parmentiera millspaughiana*	N/D	0.82	2.70	4.33	7.85
26	*Pisonia aculeata*	Ch'oj xiiw	1.91	4.05	0.67	6.64
27	*Psychotria nervosa*	L u'um che'	6.28	5.41	1.65	13.34
28	*Senegalia riparia*	Kat ku´uk	1.64	4.05	13.14	18.83
29	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Yax catzim	1.37	2.70	3.45	7.52
TOTAL			100	100	100	300

Donde: **FR**: Frecuencia Relativa, **DoR**= Dominancia Relativa; **DeR**= Densidad Relativa, **IVI**= Índice de Valor de Importancia.

En cuanto al índice de Shannon-Wiener en el área de influencia, tiene un valor de 2.5046, y de acuerdo con lo sugerido por Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Shannon-Wiener, los valores entre 1.6 y 3.4, se consideran como diversidad media o normal, lo que concuerda con los resultados presentados para este estrato.

Tabla IV.51. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo del AI.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
1	*Abutilon permolle*	N/D	3	0.0082	4.8040	0.0394
2	*Aphelandra scabra*	Kaj yuuk	50	0.1366	1.9906	0.2719
3	*Astrocasia tremula*	Abalak	2	0.0055	5.2095	0.0285
4	*Attilaea Abalak*	Ch'ilib tuux	2	0.0055	5.2095	0.0285
5	*Ayenia fasciculata*	Pata de vaca	14	0.0383	3.2636	0.1248
6	*Bauhinia divaricata*	Sip che'	3	0.0082	4.8040	0.0394
7	*Bunchosia swartziana*	Pukin	20	0.0546	2.9069	0.1588
8	*Callicarpa acuminata*	Puuts' mukuy	2	0.0055	5.2095	0.0285
9	*Casearia thamnia*	Xt´uun ché	2	0.0055	5.2095	0.0285
10	*Casearia yucatanensis*	Ek'balam	24	0.0656	2.7246	0.1787
11	*Chiococca motleyana*	Baake aak´	2	0.0055	5.2095	0.0285
12	*Colubrina heteroneura*	Sutup	2	0.0055	5.2095	0.0285
13	*Croton flavens*	Carricillo	2	0.0055	5.2095	0.0285
14	*Dalbergia glabra*	Taman ch' iich'	4	0.0109	4.5163	0.0494
15	*Eugenia capuli*	Jooyok'	7	0.0191	3.9567	0.0757
16	*Eumachia microdon*	Bejuco raspador	5	0.0137	4.2932	0.0587
17	*Helicteres baruensis*	Uña de gato	3	0.0082	4.8040	0.0394
18	*Heteropterys lindeniana*	Ya'ax anal	98	0.2678	1.3177	0.3528
19	*Indigofera suffruticosa*	Uts'um péek'	2	0.0055	5.2095	0.0285
20	*Karwinskia humboldtiana*	Sakmisbil	2	0.0055	5.2095	0.0285
21	*Lasiacis divaricata*	Xinché	9	0.0246	3.7054	0.0911
22	*Malvaviscus arboreus*	Limoncillo	60	0.1639	1.8083	0.2964
23	*Morinda royok*	Muk	2	0.0055	5.2095	0.0285
24	*Otopappus scaber*	N/D	2	0.0055	5.2095	0.0285
25	*Parmentiera millspaughiana*	N/D	3	0.0082	4.8040	0.0394
26	*Pisonia aculeata*	Ch'oj xiiw	7	0.0191	3.9567	0.0757
27	*Psychotria nervosa*	L u'um che'	23	0.0628	2.7671	0.1739
28	*Senegalia riparia*	Kat ku´uk	6	0.0164	4.1109	0.0674
29	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Yax catzim	5	0.0137	4.2932	0.0587
TOTAL			**366**			**2.5046**

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima. Si la equitatividad se acerca a cero es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Soler *et al*., 2012). El índice de equitatividad cuenta con un valor de 0.7438, siendo un valor cercano a uno, por lo que tenemos un ecosistema con abundancias similares para todas las especies de este estrato.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.52. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo del AI.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comunidad)	29
H'= Índice obtenido	2.5046
Hmáx = LN (S)	3.3673
Equitatividad (H'/Hmáx)	0.7438
Hmáx - H calculada	0.8627

- **Estrato palmas**

Sabal mexicana, fue la especie que obtuvo el valor de IVI con 100, lo que nos demuestra que esta especie presenta una gran influencia sobre la composición de este estrato del ecosistema estudiado.

En cuanto al índice de Shannon-Wiener en el área de influencia, para este estrato de palmas tuvo un valor de 0 dado que solo se tiene una especie, y de acuerdo con lo sugerido por Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener, los valores de 0 se consideran diversidad baja.

- **Estrato herbáceo**

Como se muestra en la siguiente tabla *Bromelia pinguin* fue la especie que cuenta con los valores más altos de IVI con 98.10, lo que indica que son las especies que influyen en la estructura y composición del estrato del ecosistema estudiado.

Tabla IV.53. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo del AI.

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
1	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	2.60	8.57	1.45	12.62
2	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	28.57	14.29	3.48	46.34
3	*Bromelia pinguin*	Ch´om	5.19	8.57	84.34	98.10
4	*Cissampelos pareira*	Péepen tuunich	2.60	8.57	0.86	12.02
5	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	7.79	14.29	1.97	24.05
6	*Fridericia floribunda*	Anilkab	9.09	8.57	4.57	22.23
7	*Gouania lupuloides*	Chéen máak	6.49	8.57	0.62	15.69
8	*Heteropterys brachiata*	Wayúum aak'	3.90	8.57	0.83	13.30
9	*Schnella herrerae*	Chak-ts'ulubtok	2.60	5.71	0.21	8.52
10	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	31.17	14.29	1.67	47.12
TOTAL			**100**	**100**	**100**	**300**

Donde: **FR**: Frecuencia Relativa, **DoR**= Dominancia Relativa; **DeR**= Densidad Relativa, **IVI**= Índice de Valor de Importancia

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En cuanto al índice de Shannon-Wiener en el área de influencia, para el estrato herbáceo se tuvo un valor de 1.8802 y de acuerdo con lo sugerido por Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener, los valores entre 1.6 y 3.5 se consideran como diversidad media o normal.

Tabla IV.54. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo del AI.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
1	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	2	0.0260	3.6507	0.0948
2	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	22	0.2857	1.2528	0.3579
3	*Bromelia pinguin*	Ch´om	4	0.0519	2.9575	0.1536
4	*Cissampelos pareira*	Péepen tuunich	2	0.0260	3.6507	0.0948
5	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	6	0.0779	2.5520	0.1989
6	*Fridericia floribunda*	Anilkab	7	0.0909	2.3979	0.2180
7	*Gouania lupuloides*	Chéen máak	5	0.0649	2.7344	0.1776
8	*Heteropterys brachiata*	Wayúum aak'	3	0.0390	3.2452	0.1264
9	*Schnella herrerae*	Chak-ts'ulubtok	2	0.0260	3.6507	0.0948
10	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	24	0.3117	1.1658	0.3634
TOTAL			77			1.8802

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima. Si la equitatividad se acerca a cero es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Soler *et al*., 2012). El índice de equitatividad cuenta con un valor de 0.8166, siendo un valor cercano a uno, por lo que tenemos un ecosistema con abundancias similares para todas las especies de este estrato.

Tabla IV.55. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo.

Parámetro	Dato
S (Número de especies en la comunidad)	10
H'= Índice obtenido	1.8802
Hmáx = LN (S)	2.3026
Equitatividad (H'/Hmáx)	0.8166
Hmáx - H calculada	0.4224

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

C) Sistema Ambiental Regional

Suficiencia de muestreo

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato arbóreo**

Se construyó una matriz de datos, en la que las filas representan 70 especies encontradas en el estrato arbóreo y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo, que son 8 sitios, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.56. Matriz de frecuencias de especies por sitio del muestreo para el estrato arbóreo del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Albizia tomentosa*	Sak píich	0	2	0	1	0	0	2	0
2	*Allophylus cominia*	Iik´baach	0	1	0	0	0	3	2	0
3	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	0	0	1	0	0	1	0	0
4	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	1	3	0	0	0	0	1	0
5	*Ateleia gummifera*	N/D	0	0	3	0	1	0	0	0
6	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	0	1	0	0	0	0	0	1
7	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	0	0	2	0	0	0	0	1
8	*Bourreria pulchra*	Balche ke	1	3	0	1	1	0	5	4
9	*Bursera simaruba*	Chakaj	3	3	2	1	1	11	7	5
10	*Byrsonima crassifolia*	Sak paj	0	3	0	0	1	0	1	0
11	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	0	0	3	0	0	0	0	3
12	*Casearia laetioides*	Ta'may	4	0	0	0	1	0	1	0
13	*Cecropia peltata*	Guarumbo	0	0	1	0	0	1	0	1
14	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	0	3	6	0	0	6	0	0
15	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	2	1	0	0	0	0	1	0
16	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	1	0	0	0	0	0	1	0
17	*Coccoloba acapulsensis*	Toj yuub	0	0	0	0	1	0	2	1
18	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' boob	3	30	0	0	8	3	22	4
19	*Cochlospermum vitifolium*	Chuun	0	3	0	1	0	2	0	0
20	*Cordia dodecandra*	k'oopte'	0	0	3	0	0	0	0	1
21	*Cordia gerascanthus*	Bojom	0	1	0	2	0	0	0	1
22	*Coulteria mollis*	Chak te'	1	0	0	0	0	2	1	0
23	*Croton arboreus*	Pak che'	0	0	13	0	0	1	0	0
24	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	5	0	0	0	3	3	28	1
25	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	3	1	12	6	2	0	0	0
26	*Diospyros salicifolia*	U chul che	5	2	1	0	1	0	6	0
27	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	2	0	0	1	0	1	0	0
28	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	0	0	3	3	0	1	1	0
29	*Eugenia axillaris*	Escobillo	1	0	2	0	0	0	0	0
30	*Exostema caribaeum*	Sabac-ché	0	0	3	0	0	0	1	2
31	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	0	0	0	2	0	0	1	0
32	*Guettarda combsii*	Taastaab	0	0	0	0	1	0	7	2

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
33	*Guettarda elliptica*	Subin t'eel	0	12	0	0	0	1	0	4
34	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	0	0	7	0	0	1	0	1
35	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	0	6	3	0	4	0	10	11
36	*Haematoxylum campechianum*	Tinto	0	0	10	0	0	1	2	0
37	*Hampea trilobata*	Majahua	4	0	1	0	0	3	3	0
38	*Handroanthus chrysanthus*	K'an lool k'aax	1	1	0	0	0	2	0	0
39	*Hyperbaena winzerlingii*	K'ooch' kitam	0	1	12	0	0	0	1	0
40	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	0	1	2	0	0	1	0	1
41	*Leucaena leucocephala*	Waxím	0	1	0	5	0	0	0	1
42	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	2	5	0	0	0	0	0	0
43	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	7	1	0	14	54	3	4	0
44	*Luehea speciosa*	K'askáat	0	0	2	1	0	0	0	1
45	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	10	1	0	4	3	5	3	3
46	*Machaonia lindeniana*	K´uch´eel	1	0	3	0	0	1	0	0
47	*Malpighia glabra*	Wayate'	0	0	2	0	1	2	0	0
48	*Melicoccus oliviformis*	Huayum	1	0	0	1	0	0	0	0
49	*Metopium brownei*	Cheechem	1	0	0	0	0	0	2	0
50	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	0	0	1	0	1	0	1	0
51	*Myrcia neopallens*	N/D	0	0	5	0	2	1	0	1
52	*Myrcianthes fragrans*	Koj kaan´	0	0	1	1	0	0	0	1
53	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	4	5	0	9	2	1	8	2
54	*Neomillspaughia emarginata*	Sak iitsa'	1	1	0	0	0	0	0	7
55	*Parathesis cubana*	Chak yah	0	0	0	0	1	0	1	0
56	*Piscidia piscipula*	Jabín	18	6	0	9	11	10	0	3
57	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	0	0	7	0	0	0	1	0
58	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo	1	0	1	0	0	0	0	0
59	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	4	5	0	0	0	0	0	14
60	*Randia truncata*	Crucetillo	0	2	6	3	0	2	2	0
61	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	1	0	0	1	3	0	1	0
62	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	0	0	1	5	0	2	0	0
63	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	1	2	1	0	6	0	1	0
64	*Spondias mombin*	Jobo	0	0	0	2	1	0	0	0
65	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	0	1	0	0	0	0	4	0
66	*Talisia floresii*	K'oolok	0	0	4	1	0	0	0	0
67	*Tara vesicarea*	Mareña	0	1	0	1	0	0	0	0
68	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	2	0	0	1	0	2	1	0
69	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	17	2	1	0	1	0	0	2
70	*Zanthoxylum caribaeum*	Si nan'che'	0	1	0	1	1	0	0	0

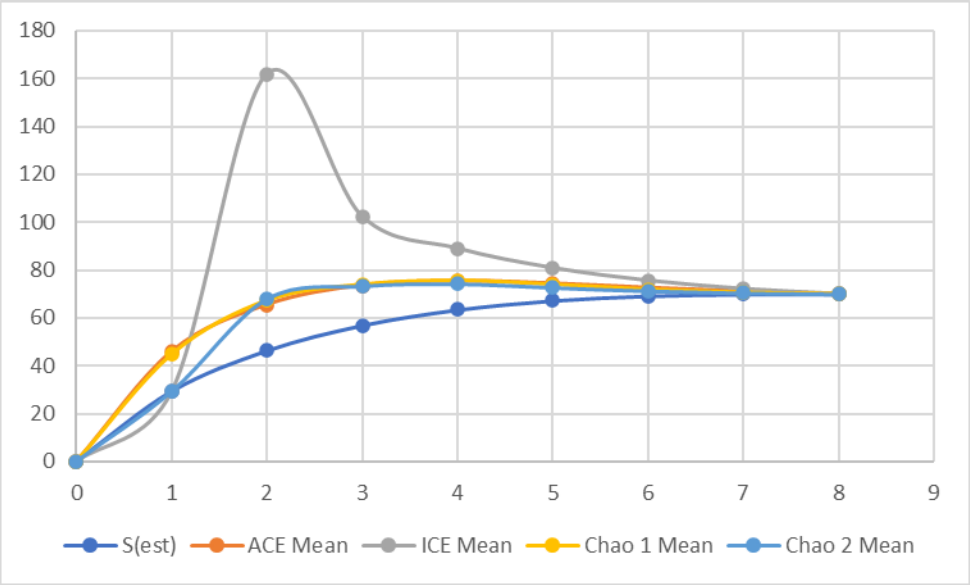
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.57. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato arbóreo del SAR.

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	29.38	45.96	29.31	44.81	29.31
2	46.39	65.5	161.93	67.28	68.1
3	56.95	73.58	102.31	73.95	73.45
4	63.49	75.37	88.98	75.57	74.36
5	67.32	74.3	80.82	73.96	72.78
6	69.29	72.49	75.56	71.87	71.35
7	70	70.98	72.11	70.56	70.46
8	70	70	70	70	70
Certeza de riqueza (%)		100	100	100	100

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde se aprecia la curva de acumulación de especies obtenida.

Figura IV.53. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo del SAR.



Se observa que a partir del sitio 3 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el sitio 7 empieza a ser asintótica. Es decir, después de esta cantidad de sitios la representatividad tiende a estabilizarse y en el sitio 8 alcanza 100 % de certeza.

Para los 8 sitios muestreados en el SAR, para el estrato arbóreo se obtuvieron 70 especies, donde por los estimadores ACE, ICE, Chao 1, y Chao 2 se encontraron todas las especies. Considerando lo anterior, podemos concluir que contamos con una certeza de riqueza del 100 %.

Por todo lo anterior, podemos concluir, que el muestreo realizado en el área de SAR para el estrato arbóreo es estadísticamente fiable, suficiente y representativo, con lo que se

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad y demás indicadores de la vegetación.

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato arbustivo**

Se construyó una matriz de datos, en la que las filas representan las 26 especies encontradas en el estrato arbustivo y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo que son 8 sitios de muestreo, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.58. Matriz de frecuencias de especies por sitio de muestreo del estrato arbustivo del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Abutilon permolle*	Sakmisbil	1	0	0	2	0	0	0	2
2	*Acalypha villosa*	Ya'ax ch'ilib tuux	0	0	0	8	2	0	0	0
3	*Aphelandra scabra*	N/D	37	0	0	14	0	43	0	0
4	*Ayenia fasciculata*	Ch'ilib tuux	0	0	0	0	0	16	0	0
5	*Bunchosia swartziana*	Sip che'	5	7	0	8	0	0	10	2
6	*Casearia emarginata*	Am che'	7	1	0	0	0	4	1	0
7	*Casearia nitida*	Ix iim che´	0	0	1	0	0	0	1	0
8	*Casearia thamnia*	Xinché	0	0	0	2	0	1	0	0
9	*Casearia yucatanensis*	Puuts' mukuy	5	3	0	2	0	0	1	3
10	*Chiococca alba*	Sabak che'	1	0	0	1	1	0	0	0
11	*Eugenia capuli*	N/D	0	0	0	1	1	1	0	0
12	*Eumachia microdon*	Baake aak´	1	0	0	2	1	0	0	0
13	*Hybanthus yucatanensis*	N/D	16	0	0	0	2	0	0	0
14	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	5	0	0	0	0	2	0	1
15	*Machaerium biovulatum*	N/D	1	0	0	1	0	0	0	2
16	*Malvaviscus arboreus*	Taman ch' iich'	12	0	0	34	0	1	3	0
17	*Morinda royoc*	Jooyok'	2	1	0	0	2	0	0	0
18	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	1	0	0	0	2	0	0	1
19	*Psychotria nervosa*	Ya'ax anal	3	13	0	0	1	0	2	20
20	*Ruellia paniculata*	N/D	0	2	0	0	0	3	0	0
21	*Senegalia riparia*	Yax catzim	0	1	0	0	0	0	0	1
22	*Solanum (Leptostemomum) hirtum*	Puut baalam	0	0	1	6	0	1	0	0
23	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Uts'um péek'	1	0	0	1	0	2	0	0
24	*Vachellia cornigera*	Subin	2	0	1	0	0	0	0	0
25	*Vachellia pennatula*	Chimay	0	1	0	1	2	0	0	0
26	*Xylosma flexuosa*	N/D	0	0	4	0	2	0	0	0

Una vez hecha la corrida de la matriz de frecuencias en el programa EstimateS 9.10, se obtienen varios indicadores de la curva de acumulación de especies, tales como medias, bandas de confianzas y estimadores no paramétricos como ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 los cuales se presentan en la siguiente tabla.

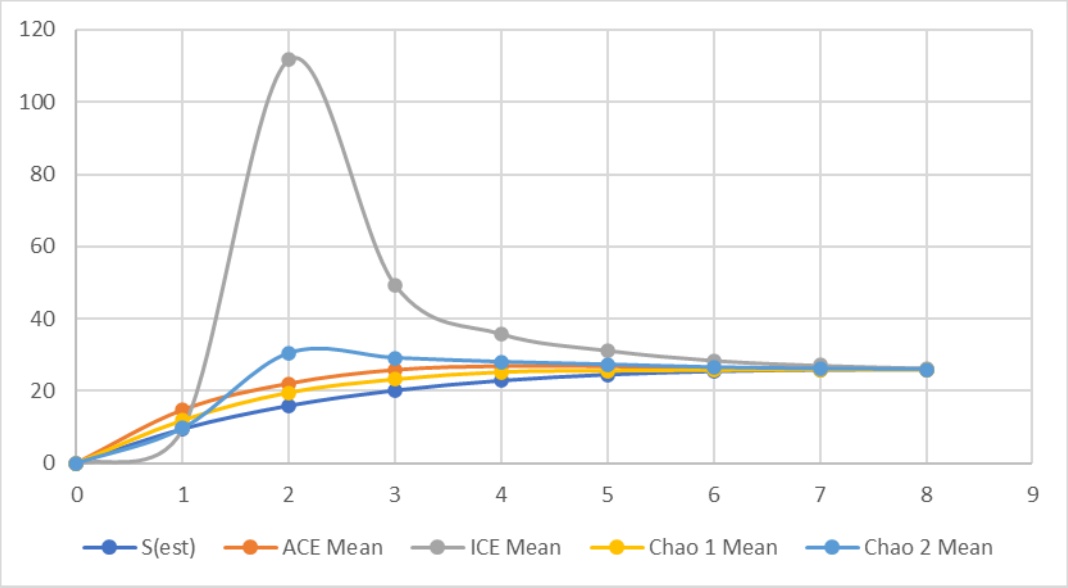
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.59. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato arbustivo del SAR.

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	9.5	14.76	9.7	11.9	9.7
2	15.93	22.03	111.63	19.57	30.47
3	20.18	25.81	49.32	23.26	29.14
4	22.9	26.84	35.84	25.26	28.01
5	24.55	26.79	31.25	25.63	27.32
6	25.46	26.33	28.48	25.81	26.53
7	25.88	26.17	27.1	25.94	26.17
8	26	26	26.35	26	26
Certeza de riqueza (%)		**100**	**99**	**100**	**100**

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Figura IV.54. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo del SAR.



Se observa que a partir del sitio 3 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el sitio 7 empieza a ser asintótica. Es decir, después del sitio 8, la representatividad tiende a estabilizarse y alcanza 100 % de certeza.

Para los 8 sitios muestreados del SAR en el estrato arbustivo se observaron 26 especies. Así mismo, en la curva de acumulación de especies para los cuatro estimadores ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2, el muestreo se encuentra completo, ya que, en todos los casos se predijo la misma cantidad de especies con respecto a las especies observadas, es decir contamos con el 100 % de certeza de riqueza.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Por todo lo anterior, podemos concluir, que el muestreo realizado en el área de SAR para el estrato arbustivo es estadísticamente fiable, suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad y demás indicadores de la vegetación.

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato epífitas**

Se construyó una matriz de datos, en la que las filas representan las **9 especies** encontradas en el **estrato de epífitas** y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo que son **8 sitios** de muestreo, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.60. Matriz de frecuencias por sitio de muestreo para el estrato de epífitas del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Aechmea bracteata	Gallito	0	0	1	0	0	1	0	0
2	Catasetum integerrimum	Ch'it ku'uk	0	0	0	2	0	0	1	0
3	Encyclia guatemalensis	Tseek'eel éek'lu'um	2	0	4	0	0	0	0	0
4	Selenicereus grandiflorus	Pool tsutsuy	0	0	5	0	0	0	2	0
5	Tillandsia balbisiana	Xch'u'	0	0	2	0	2	0	0	0
6	Tillandsia brachycaulos	Me'ex nuk xiib	0	0	19	3	0	0	0	0
7	Tillandsia fasciculata	Xch'u'	0	2	1	0	0	1	0	0
8	Trichocentrum ascendens	Puuts' che'	0	0	1	1	0	0	0	0
9	Trichocentrum oerstedii	Oreja de burro	0	0	1	0	1	1	0	0

Una vez hecha la corrida de la matriz de frecuencias en el programa EstimateS 9.10, se obtienen varios indicadores de la curva de acumulación de especies, tales como medias, bandas de confianzas y estimadores no paramétricos como **ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2** los cuales se presentan en la siguiente tabla.

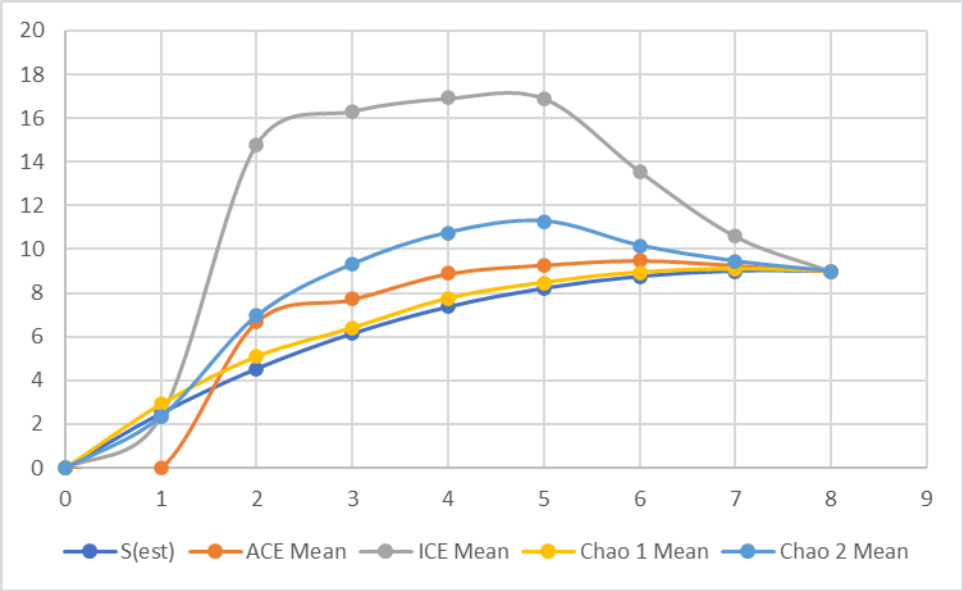
Tabla IV.61. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato de epífitas del SAR.

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	2.5	0	2.35	2.91	2.35
2	4.54	6.68	14.8	5.09	6.95
3	6.14	7.72	16.33	6.4	9.32
4	7.36	8.89	16.92	7.75	10.76
5	8.21	9.29	16.91	8.47	11.28
6	8.75	9.49	13.57	8.94	10.17
7	9	9.27	10.6	9.08	9.45
8	9	9	9	9	9
Certeza de riqueza (%)		**100**	**100**	**100**	**100**

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.55. Curva de acumulación de especies para el estrato epífitas del SAR.



Se observa que a partir del **sitio 5** aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el **sitio 8** empieza a ser asintótica. Es decir, después del **sitio 8**, la representatividad tiende a estabilizarse y alcanza **100 % de certeza**.

Para los **8 sitios** muestreados del **SAR** en el estrato de Epífitas, se **obtuvieron 9 especies**, asimismo para los estimadores **ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2**, es decir se observaron el **100 %** de la riqueza esperada.

Por todo lo anterior, podemos concluir, que el **muestreo** realizado en el área de **SAR** para el **estrato Epífitas,** es estadísticamente **fiable, suficiente y representativo**, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad y demás indicadores de la vegetación.

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato palmas**

Se construyó una matriz de datos, en la que las filas representan 1 especie encontradas en el estrato de Palmas y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo que son 8 sitios de muestreo, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.62. Matriz de frecuencias por sitio de muestreo para el estrato de palmas del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Sabal mexicana*	Bon xa'an	19	11	0	0	14	3	15	2

Una vez hecha la corrida de la matriz de frecuencias en el programa EstimateS 9.10, se obtienen varios indicadores de la curva de acumulación de especies, tales como medias,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

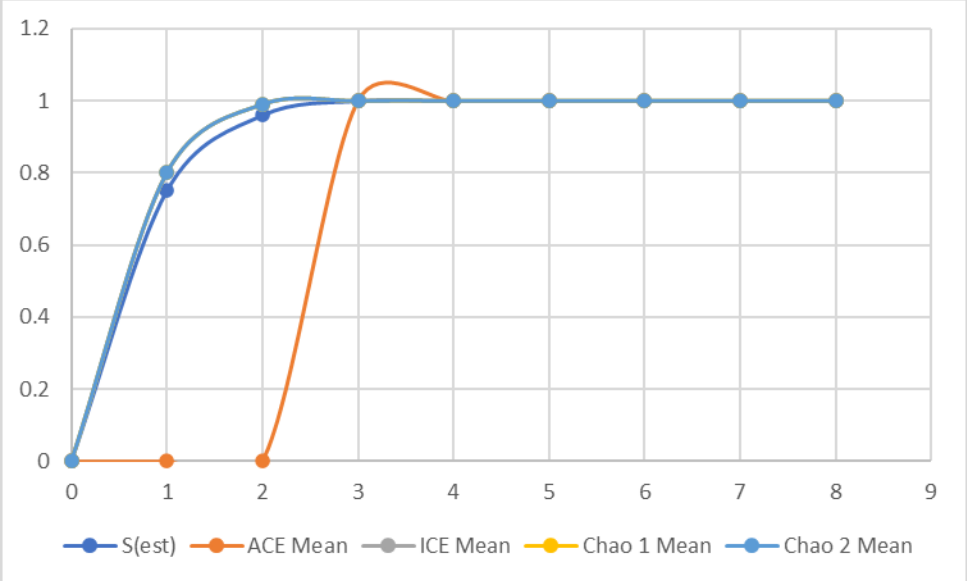
bandas de confianzas y estimadores no paramétricos como ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV.63. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato de palmas del SAR.

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	0.75	0	0.8	0.8	0.8
2	0.96	0	0.99	0.99	0.99
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1
Certeza de riqueza (%)		**100**	**100**	**100**	**100**

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Figura IV.56. Curva de acumulación de especies para el estrato palmas del SAR.



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Se observa que a partir del **sitio 2** aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el **sitio 3** empieza a ser asintótica. Es decir, después del **sitio 8**, la representatividad tiende a estabilizarse y alcanza **100 % de certeza**.

Para los **8 sitios** muestreados del **SAR** en el estrato de Palmas, se **obtuvo 1 especie**, asimismo para los estimadores **ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2**, es decir se observaron el **100 %** de la riqueza esperada.

Por todo lo anterior, podemos concluir, que el **muestreo** realizado en el área de **SAR** para el **estrato Palmas,** es estadísticamente **fiable, suficiente y representativo**, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad y demás indicadores de la vegetación.

- **Curvas de acumulación de especies para el estrato herbáceo**

Se construyó una matriz de datos, en la que las filas representan las especies encontradas en el **estrato herbáceo** las cuales son **14 especies** y las columnas las unidades del esfuerzo de muestreo que son **8 sitios** de muestreo, la cual se presenta a continuación.

Tabla IV.64. Matriz de frecuencias de especies por sitio de muestreo para el estrato herbáceo.

No	Nombre científico	Nombre común	Sitio							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	4	0	0	2	0	0	0	0
2	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	0	0	0	1	4	2	7	1
3	*Bromelia pinguin*	Ch´om	0	0	3	0	0	2	0	0
4	*Cardiospermum corindum*	Boox aak'	0	0	2	0	0	0	2	0
5	*Ctenodon fascicularis*	Kabal-pich	0	1	0	0	3	0	0	0
6	*Cynanchum rensonii*	Ents'ul aak'	0	1	0	1	0	0	1	0
7	*Desmodium tortuosum*	K'iin taj xiiw	0	0	0	1	0	0	0	1
8	*Dioscorea densiflora*	N/D	0	1	0	0	1	0	0	0
9	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	0	0	0	0	1	0	1	0
10	*Echites yucatanensis*	Kalis aak'	0	1	0	1	0	0	2	0
11	*Fridericia floribunda*	Anilkab	2	2	1	1	0	0	0	0
12	*Ocimum campechianum*	X kakaltuum	1	0	0	0	1	0	0	0
13	*Petrea volubilis*	Oop'tsiimim	2	0	0	0	0	0	0	2
14	*Serjania adiantoides*	Chéen aak´	0	2	0	0	1	0	0	1

Una vez hecha la corrida de la matriz de frecuencias en el programa EstimateS 9.10, se obtienen varios indicadores de la curva de acumulación de especies, tales como medias, bandas de confianzas y estimadores no paramétricos como ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV.65. Estimadores de suficiencia del muestreo para el estrato herbáceo del SAR.

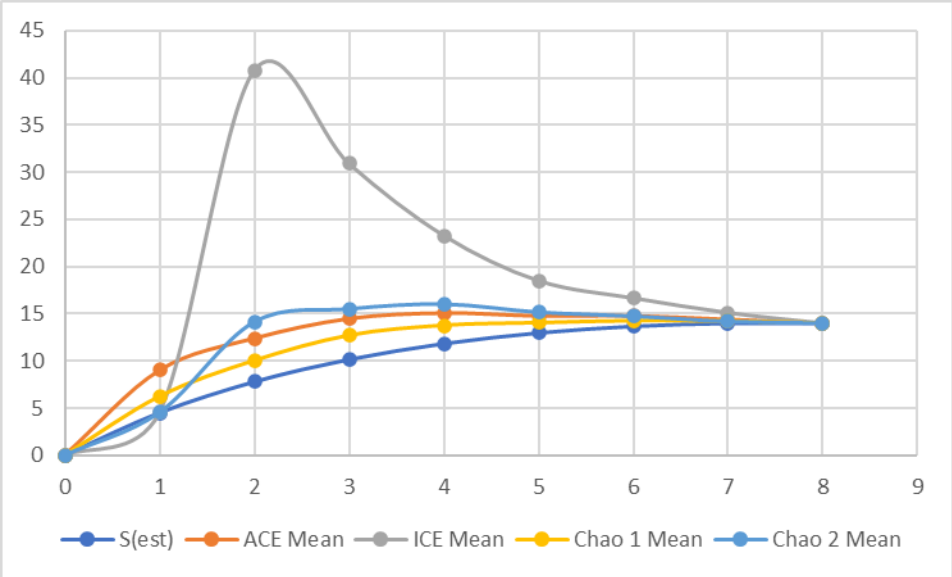
Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	4.5	9.01	4.54	6.23	4.54

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sitio	S(est)	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
2	7.79	12.39	40.82	10.03	14.13
3	10.16	14.48	30.92	12.7	15.51
4	11.84	15.07	23.29	13.76	16.01
5	12.98	14.76	18.5	14.04	15.16
6	13.68	14.77	16.66	14.25	14.74
7	14	14.39	15.1	14.21	14.18
8	14	14	14	14	14
Certeza de riqueza (%)		**100**	**100**	**100**	**100**

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Figura IV.57. Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo del SAR.



Se observa que a partir del **sitio 3** aproximadamente, la curva de acumulación tiende a perder pendiente y en el **sitio 7** empieza a ser asintótica. Es decir, después del **sitio 8**, la representatividad tiende a estabilizarse y alcanza **100 % de certeza**.

Para los **8 sitios** muestreados de **SAR** en el **estrato Herbáceo,** se obtuvieron **14 especies**, donde por los estimadores ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2, se esperaría encontrar la misma cantidad de especies. Considerando lo anterior, **podemos concluir que contamos con el 100 % de certeza de riqueza.**

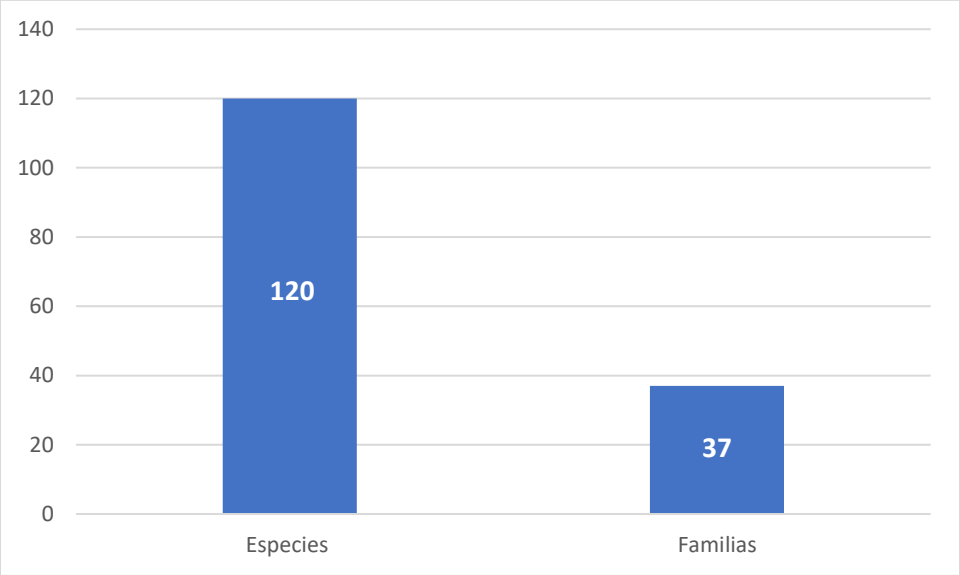
Por todo lo anterior, podemos concluir, que el **muestreo** realizado en el área de **SAR** para el **estrato Herbáceo** es estadísticamente **fiable, suficiente y representativo**, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad y demás indicadores de la vegetación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Composición

Dentro del estudio florístico se encontraron 120 especies distribuidas en 37 familias como se muestra en el siguiente gráfico de diversidad.

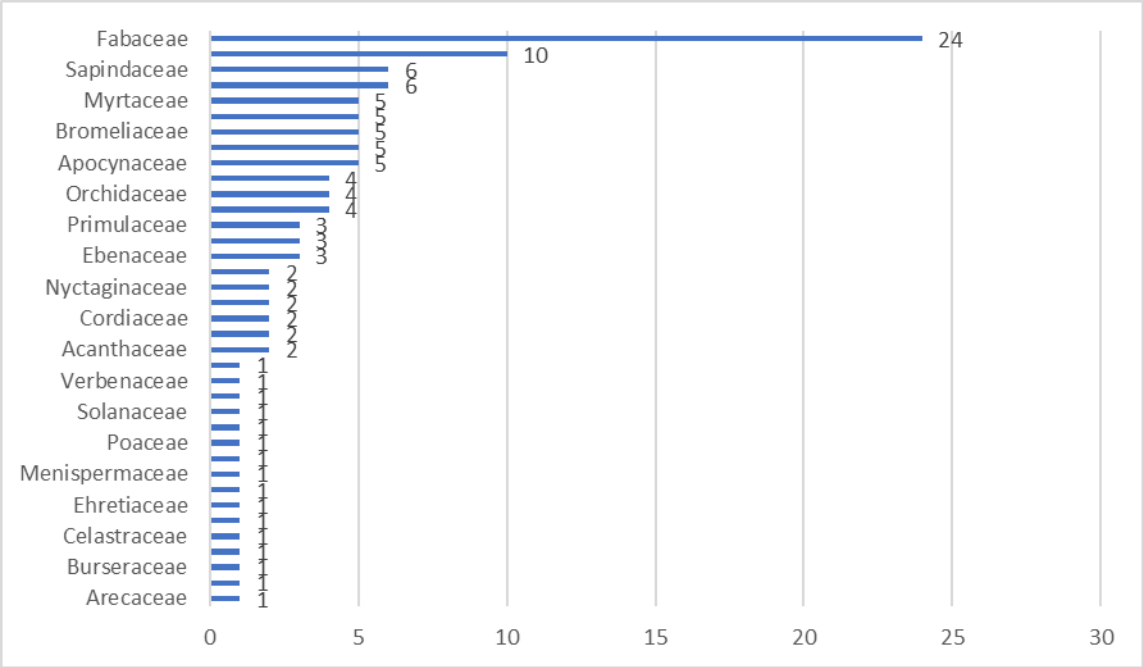
Figura IV.58. Diversidad expresada en riqueza de especies del SAR.



La distribución de especies por familias es como se aprecia en el gráfico siguiente, en el cual se muestran a las familias y el número de especies registradas. Las familias con mayor riqueza fueron Fabaceae, y Rubiaceae con 24 y 10 especies, seguida de Salicaceae y Sapindaceae con 6, Apocynaceae, Bignoniaceae, Bromeliaceae, Malvaceae y Myrtaceae con 5 especies, el resto de familias con 4 o menos especies.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.59. Distribución de especies por familias del SAR.



Dentro del estudio florístico se encontraron 120 especies distribuidas en 37 familias, a continuación, se presenta el listado de las especies y sus respectivas familias. Para el estrato arbóreo se encontraron un total de 70 especies, de las cuales sólo *Platymiscium yucatanum* y *Randia truncata* son especies de distribución endémica-nativa; por otro lado, como exótica *Melicoccus oliviformis*, el resto son especies nativas. Para el estrato arbustivo se encontraron un total de 26 especies, casi todas son especies nativas, excepto *Ayenia fasciculata* y *Casearia yucatanensis,* catalogadas como Endémicas, y *Eumachia microdon* como Endémica-Nativa. Para el estrato epífitas se encontraron un total de 9 especies, todas nativas. Para el estrato herbáceo se encontraron un total de 14 especies, las cuales son especies nativas. Para el estrato de palmas se encontró una especie de distribución nativa.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.66. Listado taxonómico florístico a nivel del SAR encontrado en el muestreo.

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
1	Arbóreo	Fabaceae	*Albizia tomentosa*	Sak píich	****	****	****	Nativa
2	Arbóreo	Sapindaceae	*Allophylus cominia*	Ikbach	****	LC	****	Nativa
3	Arbóreo	Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	****	LC	****	Nativa
4	Arbóreo	Primulaceae	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	****	LC	****	Nativa
5	Arbóreo	Fabaceae	*Ateleia gummifera*	N/D	****	LC	****	Nativa
6	Arbóreo	Fabaceae	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	****	LC	****	Nativa
7	Arbóreo	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	****	LC	****	Nativa
8	Arbóreo	Ehretiaceae	*Bourreria pulchra*	Balche ke	****	LC	****	Nativa
9	Arbóreo	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chakaj	****	LC	****	Nativa
10	Arbóreo	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Sak paj	****	LC	****	Nativa
11	Arbóreo	Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	****	LC	****	Nativa
12	Arbóreo	Salicaceae	*Casearia laetioides*	Ta'may	****	LC	****	Nativa
13	Arbóreo	Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	****	LC	****	Nativa
14	Arbóreo	Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	****	LC	****	Nativa
15	Arbóreo	Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	****	LC	****	Nativa
16	Arbóreo	Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	****	LC	****	Nativa
17	Arbóreo	Polygonaceae	*Coccoloba acapulcensis*	Toj yuub	****	LC	****	Nativa
18	Arbóreo	Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	****	LC	****	Nativa
19	Arbóreo	Bixaceae	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	****	LC	****	Nativa
20	Arbóreo	Cordiaceae	*Cordia dodecandra*	k'oopte'	****	LC	****	Nativa
21	Arbóreo	Cordiaceae	*Cordia gerascanthus*	Bojom	****	LC	****	Nativa
22	Arbóreo	Fabaceae	*Coulteria mollis*	Chak te'	****	DD	****	Nativa
23	Arbóreo	Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	Pak che'	****	LC	****	Nativa
24	Arbóreo	Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	****	LC	****	Nativa
25	Arbóreo	Ebenaceae	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	****	LC	****	Nativa
26	Arbóreo	Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	U chul che	****	LC	****	Nativa
27	Arbóreo	Ebenaceae	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	****	LC	****	Nativa

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
28	Arbóreo	Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	****	LC	****	Nativa
29	Arbóreo	Myrtaceae	*Eugenia axillaris*	Escobillo	****	LC	****	Nativa
30	Arbóreo	Rubiaceae	*Exostema caribaeum*	Sabac-ché	****	LC	****	Nativa
31	Arbóreo	Fabaceae	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	****	LC	****	Nativa
32	Arbóreo	Rubiaceae	*Guettarda combsii*	Taastaab	****	LC	****	Nativa
33	Arbóreo	Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Subin t'eel	****	CR	****	Nativa
34	Arbóreo	Rubiaceae	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	****	LC	****	Nativa
35	Arbóreo	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	****	LC	****	Nativa
36	Arbóreo	Fabaceae	*Haematoxylum campechianum*	Tinto	****	LC	****	Nativa
37	Arbóreo	Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua	****	LC	****	Nativa
38	Arbóreo	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	K'an lool k'aax	****	VU	Ap. II	Nativa
39	Arbóreo	Menispermaceae	*Hyperbaena winzerlingii*	K'ooch' kitam	****	LC	****	Nativa
40	Arbóreo	Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	****	LC	****	Nativa
41	Arbóreo	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waxím	****	****	****	Nativa
42	Arbóreo	Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	****	LC	****	Nativa
43	Arbóreo	Fabaceae	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	****	****	****	Nativa
44	Arbóreo	Malvaceae	*Luehea speciosa*	K'askáat	****	LC	****	Nativa
45	Arbóreo	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	****	LC	****	Nativa
46	Arbóreo	Rubiaceae	*Machaonia lindeniana*	K´uch´eel	****	LC	****	Nativa
47	Arbóreo	Malpighiaceae	*Malpighia glabra*	Wayate'	****	LC	****	Nativa
48	Arbóreo	Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis*	Huayum	****	****	****	Exótica
49	Arbóreo	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Cheechem	****	LC	****	Nativa
50	Arbóreo	Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	****	LC	****	Nativa
51	Arbóreo	Myrtaceae	*Myrcia neopallens*	N/D	****	****	****	Nativa
52	Arbóreo	Myrtaceae	*Myrcianthes fragrans*	Koj kaan´	****	LC	****	Nativa
53	Arbóreo	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	****	LC	****	Nativa
54	Arbóreo	Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	Sak iitsa'	****	LC	****	Nativa
55	Arbóreo	Primulaceae	*Parathesis cubana*	Chak yah	****	LC	****	Nativa
56	Arbóreo	Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabín	****	LC	****	Nativa

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
57	Arbóreo	Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	****	NT	****	Endémica,Nativa
58	Arbóreo	Apocynaceae	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo	****	LC	****	Nativa
59	Arbóreo	Myrtaceae	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	****	LC	****	Nativa
60	Arbóreo	Rubiaceae	*Randia truncata*	Crucetillo	****	LC	****	Endémica,Nativa
61	Arbóreo	Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	****	LC	****	Nativa
62	Arbóreo	Fabaceae	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	****	LC	****	Nativa
63	Arbóreo	Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	****	LC	****	Nativa
64	Arbóreo	Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	****	LC	****	Nativa
65	Arbóreo	Fabaceae	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	****	LC	****	Nativa
66	Arbóreo	Sapindaceae	*Talisia floresii*	K'oolok	****	NT	****	Nativa
67	Arbóreo	Fabaceae	*Tara vesicaria*	Mareña	****	LC	****	Nativa
68	Arbóreo	Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	****	LC	****	Nativa
69	Arbóreo	Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	****	LC	****	Nativa
70	Arbóreo	Rutaceae	*Zanthoxylum caribaeum*	Si nan'che'	****	LC	****	Nativa
71	Arbustivo	Malvaceae	*Abutilon permolle*	Sakmisbil	****	****	****	Nativa
72	Arbustivo	Euphorbiaceae	*Acalypha villosa*	Ya'ax ch'ilib tuux	****	****	****	Nativa
73	Arbustivo	Acanthaceae	*Aphelandra scabra*	N/D	****	LC	****	Nativa
74	Arbustivo	Malvaceae	*Ayenia fasciculata*	Ch'ilib tuux	****	****	****	Endémica
75	Arbustivo	Malpighiaceae	*Bunchosia swartziana*	Sip che'	****	LC	****	Nativa
76	Arbustivo	Salicaceae	*Casearia emarginata*	Am che'	****	LC	****	Nativa
77	Arbustivo	Salicaceae	*Casearia nitida*	Ix iim che´	****	LC	****	Nativa
78	Arbustivo	Salicaceae	*Casearia thamnia*	Xinché	****	LC	****	Nativa
79	Arbustivo	Salicaceae	*Casearia yucatanensis*	Puuts' mukuy	****	NT	****	Endémica
80	Arbustivo	Rubiaceae	*Chiococca alba*	Sabak che'	****	LC	****	Nativa
81	Arbustivo	Myrtaceae	*Eugenia capuli*	N/D	****	LC	****	Nativa
82	Arbustivo	Rubiaceae	*Eumachia microdon*	Baake aak´	****	LC	****	Endémica,Nativa
83	Arbustivo	Violaceae	*Hybanthus yucatanensis*	N/D	****	LC	****	Nativa
84	Arbustivo	Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	****	LC	****	Nativa
85	Arbustivo	Fabaceae	*Machaerium biovulatum*	N/D	****	LC	****	Nativa

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
86	Arbustivo	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Taman ch' iich'	****	LC	****	Nativa
87	Arbustivo	Rubiaceae	*Morinda royoc*	Jooyok'	****	LC	****	Nativa
88	Arbustivo	Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	****	LC	****	Nativa
89	Arbustivo	Rubiaceae	*Psychotria nervosa*	Ya'ax anal	****	LC	****	Nativa
90	Arbustivo	Acanthaceae	*Ruellia paniculata*	N/D	****	****	****	Nativa
91	Arbustivo	Fabaceae	*Senegalia riparia*	Yax catzim	****	LC	****	Nativa
92	Arbustivo	Solanaceae	*Solanum (Leptostemomum) hirtum*	Puut baalam	****	LC	****	Nativa
93	Arbustivo	Apocynaceae	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Uts'um péek'	****	LC	****	Nativa
94	Arbustivo	Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Subin	****	LC	****	Nativa
95	Arbustivo	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Chimay	****	LC	****	Nativa
96	Arbustivo	Salicaceae	*Xylosma flexuosa*	N/D	****	LC	****	Nativa
97	Epífitas	Bromeliaceae	*Aechmea (Aechmea) bracteata*	Gallito	****	****	****	Nativa
98	Epífitas	Orchidaceae	*Catasetum integerrimum*	Ch'it ku'uk	****	****	Ap. II	Nativa
99	Epífitas	Orchidaceae	*Encyclia guatemalensis*	Tseek'eel éek'lu'um	****	****	Ap. II	Nativa
100	Epífitas	Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus*	Pool tsutsuy	****	LC	Ap. II	Nativa
101	Epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia (Tillandsia) balbisiana*	Xch'u'	****	****	****	Nativa
102	Epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia (Tillandsia) brachycaulos*	Me'ex nuk xiib	****	LC	****	Nativa
103	Epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia (Tillandsia) fasciculata*	Xch'u'	****	LC	****	Nativa
104	Epífitas	Orchidaceae	*Trichocentrum ascendens*	Puuts' che'	****	****	Ap. II	Nativa
105	Epífitas	Orchidaceae	*Trichocentrum oerstedii*	Oreja de burro	****	****	Ap. II	Nativa
106	Herbáceo	Bignoniaceae	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	****	****	****	Nativa
107	Herbáceo	Bignoniaceae	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	****	****	****	Nativa
108	Herbáceo	Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Ch´om	****	****	****	Nativa
109	Herbáceo	Sapindaceae	*Cardiospermum corindum*	Boox aak'	****	****	****	Nativa
110	Herbáceo	Fabaceae	*Ctenodon fascicularis*	Kabal-pich	****	****	****	Nativa
111	Herbáceo	Apocynaceae	*Cynanchum rensonii*	Ents'ul aak'	****	****	****	Nativa
112	Herbáceo	Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	K'iin taj xiiw	****	****	****	Nativa
113	Herbáceo	Dioscoreaceae	*Dioscorea densiflora*	N/D	****	****	****	Nativa

No	Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Distribución
114	Herbáceo	Bignoniaceae	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	****	****	****	Nativa
115	Herbáceo	Apocynaceae	*Echites yucatanensis*	Kalis aak'	****	****	****	Nativa
116	Herbáceo	Bignoniaceae	*Fridericia floribunda*	Anilkab	****	****	****	Nativa
117	Herbáceo	Lamiaceae	*Ocimum campechianum*	X kakaltuum	****	****	****	Nativa
118	Herbáceo	Verbenaceae	*Petrea volubilis*	Oop'tsiimim	****	****	****	Nativa
119	Herbáceo	Sapindaceae	*Serjania adiantoides*	Chéen aak´	****	****	****	Nativa
120	Palma	Arecaceae	*Sabal mexicana*	Bon xa'an	****	LC	****	Nativa

Dónde: NOM-059 = Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr= protección especial, IUCN = Categoría internacional de riesgo, Unión internacional para la conservación de la naturaleza (IUCN), donde: LC = Preocupación menor, CITES = Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres; Ap. II = Incluye especies amenazadas con poblaciones que se han visto muy reducidas, aunque no están en peligro extinción, aplicando los controles necesarios para su comercialización.

Especies en la NOM-059

Se revisó dentro de la NOM-059 las 120 especies enlistadas, resultando que ninguna se encuentra bajo la categoría de riesgo.

Análisis de diversidad y valor de importancia

- **Estrato arbóreo**

Lonchocarpus xuul y *Lysiloma latisiliquum*, fueron las especies que obtuvieron los valores más altos del IVI con un intervalo de 21.92 a 27.98, respectivamente por lo que estas especies son las que conforman la estructura y fisonomía del ecosistema en estudio.

Tabla IV.67. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbóreo del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
1	*Albizia tomentosa*	Sak píich	0.61	1.28	0.02	1.91
2	*Allophylus cominia*	Ikbach	0.73	1.28	0.12	2.13
3	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	0.24	0.85	0.00	1.10
4	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	0.61	1.28	0.13	2.02
5	*Ateleia gummifera*	N/D	0.49	0.85	0.00	1.34
6	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	0.24	0.85	0.10	1.19
7	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	0.37	0.85	0.05	1.26
8	*Bourreria pulchra*	Balche ke	1.83	2.55	2.26	6.65
9	*Bursera simaruba*	Chakaj	4.02	3.40	9.21	16.64
10	*Byrsonima crassifolia*	Sak paj	0.61	1.28	0.95	2.84
11	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	0.73	0.85	0.00	1.58
12	*Casearia laetioides*	Ta'may	0.73	1.28	0.37	2.38
13	*Cecropia peltata*	Guarumbo	0.37	1.28	0.01	1.65
14	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	1.83	1.28	2.37	5.47
15	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	0.49	1.28	0.08	1.84
16	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	0.24	0.85	0.02	1.12
17	*Coccoloba acapulcensis*	Toj yuub	0.49	1.28	0.06	1.83
18	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	8.53	2.55	4.94	16.02
19	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	0.73	1.28	0.75	2.76
20	*Cordia dodecandra*	k'oopte'	0.49	0.85	1.51	2.85
21	*Cordia gerascanthus*	Bojom	0.49	1.28	0.21	1.97
22	*Coulteria mollis*	Chak te'	0.49	1.28	0.48	2.24
23	*Croton arboreus*	Pak che'	1.71	0.85	0.97	3.53
24	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	4.87	2.13	0.63	7.63
25	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	2.92	2.13	0.71	5.76
26	*Diospyros salicifolia*	U chul che	1.83	2.13	0.83	4.78
27	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	0.49	1.28	0.23	2.00
28	*Erythroxylum*	Iik che'	0.97	1.70	0.57	3.24

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
	rotundifolium					
29	*Eugenia axillaris*	Escobillo	0.37	0.85	0.08	1.30
30	*Exostema caribaeum*	Sabac-ché	0.73	1.28	0.14	2.15
31	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	0.37	0.85	0.89	2.11
32	*Guettarda combsii*	Taastaab	1.22	1.28	1.39	3.88
33	*Guettarda elliptica*	Subin t'eel	2.07	1.28	2.62	5.97
34	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	1.10	1.28	0.29	2.66
35	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	4.14	2.13	3.17	9.44
36	*Haematoxylum campechianum*	Tinto	1.58	1.28	2.07	4.93
37	*Hampea trilobata*	Majagua	1.34	1.70	0.70	3.74
38	*Handroanthus chrysanthus*	K'an lool k'aax	0.49	1.28	0.23	1.99
39	*Hyperbaena winzerlingii*	K'ooch' kitam	1.71	1.28	0.09	3.07
40	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	0.61	1.70	0.49	2.80
41	*Leucaena leucocephala*	Waxím	0.85	1.28	0.09	2.21
42	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	0.85	0.85	0.92	2.62
43	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	10.11	2.55	9.26	21.92
44	*Luehea speciosa*	K'askáat	0.49	1.28	0.06	1.83
45	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	3.53	2.98	21.47	27.98
46	*Machaonia lindeniana*	K´uch´eel	0.61	1.28	0.08	1.97
47	*Malpighia glabra*	Wayate'	0.61	1.28	0.07	1.95
48	*Melicoccus oliviformis*	Huayum	0.24	0.85	0.18	1.27
49	*Metopium brownei*	Cheechem	0.37	0.85	1.61	2.82
50	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	0.37	1.28	0.38	2.02
51	*Myrcia neopallens*	N/D	1.10	1.70	0.13	2.93
52	*Myrcianthes fragrans*	Koj kaan´	0.37	1.28	0.18	1.82
53	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	3.78	2.98	0.36	7.11
54	*Neomillspaughia emarginata*	Sak iitsa'	1.10	1.28	0.96	3.33
55	*Parathesis cubana*	Chak yah	0.24	0.85	0.27	1.37
56	*Piscidia piscipula*	Jabín	6.94	2.55	9.49	18.99
57	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	0.97	0.85	0.81	2.63
58	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo	0.24	0.85	0.01	1.10
59	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	2.80	1.28	4.03	8.11
60	*Randia truncata*	Crucetillo	1.83	2.13	0.05	4.01
61	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	0.73	1.70	0.21	2.64
62	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	0.97	1.28	0.02	2.27
63	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	1.34	2.13	0.32	3.78
64	*Spondias mombin*	Jobo	0.37	0.85	0.60	1.81
65	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	0.61	0.85	0.80	2.26
66	*Talisia floresii*	K'oolok	0.61	0.85	0.06	1.52
67	*Tara vesicaria*	Mareña	0.24	0.85	0.08	1.17
68	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	0.73	1.70	1.41	3.84

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
69	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	2.80	2.13	6.33	11.26
70	*Zanthoxylum caribaeum*	Si nan'che'	0.37	1.28	0.01	1.65
TOTAL			100	100	100	300

Donde: FR: Frecuencia Relativa, DoR= Dominancia Relativa; DR= Densidad Relativa, IVI= Índice de Valor de Importancia.

Por otra parte, en cuanto al índice de Shannon-Wiener se obtuvo un valor de 3.7128 y de acuerdo a lo sugerido por Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener, los valores superiores a 3.6 se consideran como diversidad alta.

Tabla IV.68. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
1	*Albizia tomentosa*	Sak píich	5	0.0061	5.1011	0.0311
2	*Allophylus cominia*	Ikbach	6	0.0073	4.9188	0.0359
3	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	2	0.0024	6.0174	0.0147
4	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	5	0.0061	5.1011	0.0311
5	*Ateleia gummifera*	N/D	4	0.0049	5.3242	0.0259
6	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	2	0.0024	6.0174	0.0147
7	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	3	0.0037	5.6119	0.0205
8	*Bourreria pulchra*	Balche ke	15	0.0183	4.0025	0.0731
9	*Bursera simaruba*	Chakaj	33	0.0402	3.2140	0.1292
10	*Byrsonima crassifolia*	Sak paj	5	0.0061	5.1011	0.0311
11	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	6	0.0073	4.9188	0.0359
12	*Casearia laetioides*	Ta'may	6	0.0073	4.9188	0.0359
13	*Cecropia peltata*	Guarumbo	3	0.0037	5.6119	0.0205
14	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	15	0.0183	4.0025	0.0731
15	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	4	0.0049	5.3242	0.0259
16	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	2	0.0024	6.0174	0.0147
17	*Coccoloba acapulcensis*	Toj yuub	4	0.0049	5.3242	0.0259
18	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	70	0.0853	2.4620	0.2099
19	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	6	0.0073	4.9188	0.0359
20	*Cordia dodecandra*	k'oopte'	4	0.0049	5.3242	0.0259
21	*Cordia gerascanthus*	Bojom	4	0.0049	5.3242	0.0259
22	*Coulteria mollis*	Chak te'	4	0.0049	5.3242	0.0259
23	*Croton arboreus*	Pak che'	14	0.0171	4.0715	0.0694
24	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	40	0.0487	3.0216	0.1472
25	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	24	0.0292	3.5325	0.1033
26	*Diospyros salicifolia*	U chul che	15	0.0183	4.0025	0.0731
27	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	4	0.0049	5.3242	0.0259

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
28	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	8	0.0097	4.6311	0.0451
29	*Eugenia axillaris*	Escobillo	3	0.0037	5.6119	0.0205
30	*Exostema caribaeum*	Sabac-ché	6	0.0073	4.9188	0.0359
31	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	3	0.0037	5.6119	0.0205
32	*Guettarda combsii*	Taastaab	10	0.0122	4.4079	0.0537
33	*Guettarda elliptica*	Subin t'eel	17	0.0207	3.8773	0.0803
34	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	9	0.0110	4.5133	0.0495
35	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	34	0.0414	3.1842	0.1319
36	*Haematoxylum campechianum*	Tinto	13	0.0158	4.1456	0.0656
37	*Hampea trilobata*	Majagua	11	0.0134	4.3126	0.0578
38	*Handroanthus chrysanthus*	K'an lool k'aax	4	0.0049	5.3242	0.0259
39	*Hyperbaena winzerlingii*	K'ooch' kitam	14	0.0171	4.0715	0.0694
40	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	5	0.0061	5.1011	0.0311
41	*Leucaena leucocephala*	Waxím	7	0.0085	4.7646	0.0406
42	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	7	0.0085	4.7646	0.0406
43	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	83	0.1011	2.2917	0.2317
44	*Luehea speciosa*	K'askáat	4	0.0049	5.3242	0.0259
45	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	29	0.0353	3.3432	0.1181
46	*Machaonia lindeniana*	K´uch´eel	5	0.0061	5.1011	0.0311
47	*Malpighia glabra*	Wayate'	5	0.0061	5.1011	0.0311
48	*Melicoccus oliviformis*	Huayum	2	0.0024	6.0174	0.0147
49	*Metopium brownei*	Cheechem	3	0.0037	5.6119	0.0205
50	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	3	0.0037	5.6119	0.0205
51	*Myrcia neopallens*	N/D	9	0.0110	4.5133	0.0495
52	*Myrcianthes fragrans*	Koj kaan´	3	0.0037	5.6119	0.0205
53	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	31	0.0378	3.2765	0.1237
54	*Neomillspaughia emarginata*	Sak iitsa'	9	0.0110	4.5133	0.0495
55	*Parathesis cubana*	Chak yah	2	0.0024	6.0174	0.0147
56	*Piscidia piscipula*	Jabín	57	0.0694	2.6675	0.1852
57	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	8	0.0097	4.6311	0.0451
58	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo	2	0.0024	6.0174	0.0147
59	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	23	0.0280	3.5750	0.1002
60	*Randia truncata*	Crucetillo	15	0.0183	4.0025	0.0731
61	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	6	0.0073	4.9188	0.0359
62	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	8	0.0097	4.6311	0.0451
63	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	11	0.0134	4.3126	0.0578
64	*Spondias mombin*	Jobo	3	0.0037	5.6119	0.0205
65	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	5	0.0061	5.1011	0.0311
66	*Talisia floresii*	K'oolok	5	0.0061	5.1011	0.0311

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
67	*Tara vesicaria*	Mareña	2	0.0024	6.0174	0.0147
68	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	6	0.0073	4.9188	0.0359
69	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	23	0.0280	3.5750	0.1002
70	*Zanthoxylum caribaeum*	Si nan'che'	3	0.0037	5.6119	0.0205
TOTAL			821			3.7128

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima. Si la equitatividad se acerca a cero es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Soler et al., 2012). El índice de equitatividad cuenta con un valor de 0.8739, siendo un valor cercano a uno, por lo que tenemos un ecosistema con abundancias similares para todas las especies de este estrato.

Tabla IV.69. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo del SAR.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comunidad)	70
H'= Índice obtenido	3.7128
Hmáx = LN (S)	4.2485
Equitatividad (H'/Hmáx)	0.8739
Hmáx - H calculada	0.5357

- **Estrato arbustivo**

Malvaviscus arboreus, Aphelandra scabra y *Bunchosia swartziana*, fueron las especies que obtuvieron los valores más altos del valor promedio del IVI con 30.07, 32.64, 45.83, respectivamente, lo cual demuestra la influencia que estas especies tienen sobre la estructura y fisonomía del ecosistema.

Tabla IV.70. Índice de Valor de Importancia para el estrato arbustivo del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
1	*Abutilon permolle*	Sakmisbil	1.39	3.95	0.20	5.54
2	*Acalypha villosa*	Ya'ax ch'ilib tuux	2.79	2.63	0.43	5.84
3	*Aphelandra scabra*	N/D	26.18	3.95	2.51	32.64
4	*Ayenia fasciculata*	Ch'ilib tuux	4.46	1.32	0.43	6.20
5	*Bunchosia swartziana*	Sip che'	8.91	6.58	30.34	45.83
6	*Casearia emarginata*	Am che'	3.62	5.26	9.98	18.87
7	*Casearia nitida*	Ix iim che´	0.56	2.63	2.22	5.41
8	*Casearia thamnia*	Xinché	0.84	2.63	5.78	9.25
9	*Casearia yucatanensis*	Puuts' mukuy	3.90	6.58	4.72	15.20
10	*Chiococca alba*	Sabak che'	0.84	3.95	0.14	4.93

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
11	*Eugenia capuli*	N/D	0.84	3.95	2.54	7.32
12	*Eumachia microdon*	Baake aak´	1.11	3.95	0.51	5.57
13	*Hybanthus yucatanensis*	N/D	5.01	2.63	1.62	9.27
14	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	2.23	3.95	0.41	6.58
15	*Machaerium biovulatum*	N/D	1.11	3.95	8.82	13.88
16	*Malvaviscus arboreus*	Taman ch' iich'	13.93	5.26	10.88	30.07
17	*Morinda royoc*	Jooyok'	1.39	3.95	0.04	5.38
18	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	1.11	3.95	4.80	9.86
19	*Psychotria nervosa*	Ya'ax anal	10.86	6.58	4.45	21.89
20	*Ruellia paniculata*	N/D	1.39	2.63	0.27	4.29
21	*Senegalia riparia*	Yax catzim	0.56	2.63	0.09	3.27
22	*Solanum (Leptostemomum) hirtum*	Puut baalam	2.23	3.95	0.93	7.10
23	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Uts'um péek'	1.11	3.95	4.84	9.90
24	*Vachellia cornigera*	Subin	0.84	2.63	1.85	5.32
25	*Vachellia pennatula*	Chimay	1.11	3.95	0.63	5.69
26	*Xylosma flexuosa*	N/D	1.67	2.63	0.60	4.90
TOTAL			100	100	100	300

Donde: **FR**: Frecuencia Relativa, **DoR**= Dominancia Relativa; **DeR**= Densidad Relativa, **IVI**= Índice de Valor de Importancia.

En cuanto al índice de Shannon-Wiener en el área del SAR, tiene un valor de 2.6020, y de acuerdo a lo sugerido por Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener, los valores entre 1.6 y 3.4, se consideran como diversidad media o normal, lo que concuerda con los resultados presentados para este estrato.

Tabla IV.71. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
1	*Abutilon permolle*	Sakmisbil	5	0.0139	4.2739	0.0595
2	*Acalypha villosa*	Ya'ax ch'ilib tuux	10	0.0279	3.5807	0.0997
3	*Aphelandra scabra*	N/D	94	0.2618	1.3400	0.3509
4	*Ayenia fasciculata*	Ch'ilib tuux	16	0.0446	3.1107	0.1386
5	*Bunchosia swartziana*	Sip che'	32	0.0891	2.4176	0.2155
6	*Casearia emarginata*	Am che'	13	0.0362	3.3184	0.1202
7	*Casearia nitida*	Ix iim che´	2	0.0056	5.1902	0.0289
8	*Casearia thamnia*	Xinché	3	0.0084	4.7847	0.0400
9	*Casearia yucatanensis*	Puuts' mukuy	14	0.0390	3.2443	0.1265
10	*Chiococca alba*	Sabak che'	3	0.0084	4.7847	0.0400
11	*Eugenia capuli*	N/D	3	0.0084	4.7847	0.0400
12	*Eumachia microdon*	Baake aak´	4	0.0111	4.4970	0.0501
13	*Hybanthus yucatanensis*	N/D	18	0.0501	2.9930	0.1501
14	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	8	0.0223	3.8039	0.0848
15	*Machaerium biovulatum*	N/D	4	0.0111	4.4970	0.0501

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
16	*Malvaviscus arboreus*	Taman ch' iich'	50	0.1393	1.9713	0.2746
17	*Morinda royoc*	Jooyok'	5	0.0139	4.2739	0.0595
18	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	4	0.0111	4.4970	0.0501
19	*Psychotria nervosa*	Ya'ax anal	39	0.1086	2.2198	0.2411
20	*Ruellia paniculata*	N/D	5	0.0139	4.2739	0.0595
21	*Senegalia riparia*	Yax catzim	2	0.0056	5.1902	0.0289
22	*Solanum (Leptostemomum) hirtum*	Puut baalam	8	0.0223	3.8039	0.0848
23	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Uts'um péek'	4	0.0111	4.4970	0.0501
24	*Vachellia cornigera*	Subin	3	0.0084	4.7847	0.0400
25	*Vachellia pennatula*	Chimay	4	0.0111	4.4970	0.0501
26	*Xylosma flexuosa*	N/D	6	0.0167	4.0916	0.0684
TOTAL			359			2.6020

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima. Si la equitatividad se acerca a cero es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Soler *et al*., 2012). El índice de equitatividad cuenta con un valor de 0.7986, siendo un valor cercano a uno, por lo que tenemos un ecosistema con abundancias similares para todas las especies de este estrato.

Tabla IV.72. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo del SAR.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comunidad)	26
H'= Índice obtenido	2.6020
Hmáx = LN (S)	3.2581
Equitatividad (H'/Hmáx)	0.7986
Hmáx - H calculada	0.6561

- **Estrato epífitas**

Encyclia guatemalensis, fue la especie que obtuvo el valor más alto de IVI con 75.95, lo que nos demuestra que estas especies presenta una gran influencia sobre la composición de este estrato del ecosistema estudiado.

Tabla IV.73. Índice de Valor de Importancia para el estrato de epífitas del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
1	*Aechmea bracteata*	Gallito	3.77	10.34	26.63	40.75
2	*Catasetum integerrimum*	Ch'it ku'uk	5.66	10.34	7.17	23.18
3	*Encyclia guatemalensis*	Tseek'eel éek'lu'um	11.32	10.34	54.29	75.95
4	*Selenicereus grandiflorus*	Pool tsutsuy	13.21	10.34	3.07	26.63

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
5	*Tillandsia balbisiana*	Xch'u'	7.55	10.34	1.02	18.92
6	*Tillandsia brachycaulos*	Me'ex nuk xiib	41.51	10.34	1.02	52.88
7	*Tillandsia fasciculata*	Xch'u'	7.55	13.79	3.59	24.93
8	*Trichocentrum ascendens*	Puuts' che'	3.77	10.34	1.15	15.27
9	*Trichocentrum oerstedii*	Oreja de burro	5.66	13.79	2.05	21.50
TOTAL			**100**	**100**	**100**	**300**

Donde: **FR**: Frecuencia Relativa, **DoR**= Dominancia Relativa, **DeR**= Densidad Relativa, **IVI**= Índice de Valor de Importancia

En cuanto al índice de Shannon-Wiener en el área de SAR, para este estrato de epífitas tuvo un valor de 1.8414, y de acuerdo con lo sugerido por Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener, los valores de 1.6-3.4 se consideran diversidad media o normal.

Tabla IV.74. Índice de Shannon-Wiener para el estrato de epífitas del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	(LN Pi)	Pi*(LN Pi)
1	*Aechmea bracteata*	Gallito	2	0.0377	3.2771	0.1237
2	*Catasetum integerrimum*	Ch'it ku'uk	3	0.0566	2.8717	0.1625
3	*Encyclia guatemalensis*	Tseek'eel éek'lu'um	6	0.1132	2.1785	0.2466
4	*Selenicereus grandiflorus*	Pool tsutsuy	7	0.1321	2.0244	0.2674
5	*Tillandsia balbisiana*	Xch'u'	4	0.0755	2.5840	0.1950
6	*Tillandsia brachycaulos*	Me'ex nuk xiib	22	0.4151	0.8792	0.3650
7	*Tillandsia fasciculata*	Xch'u'	4	0.0755	2.5840	0.1950
8	*Trichocentrum ascendens*	Puuts' che'	2	0.0377	3.2771	0.1237
9	*Trichocentrum oerstedii*	Oreja de burro	3	0.0566	2.8717	0.1625
TOTAL			**53**			**1.8414**

La equitatividad de Shannon mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima. Si la equitatividad se acerca a cero es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Soler *et al*., 2012). El índice de equitatividad cuenta con un valor de 0.8381, siendo un valor cercano a uno, por lo que tenemos un ecosistema con abundancias similares para todas las especies de este estrato

Tabla IV.75. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para epífitas del SAR.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comunidad)	9
H'= Índice obtenido	1.8414
Hmáx = LN (S)	2.1972
Equitatividad (H'/Hmáx)	0.8381
Hmáx - H calculada	0.3558

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Estrato palmas**

En este estrato solo se registró a *Sabal mexicana,* fue la especie que obtuvo el valor de IVI con 100, lo que nos demuestra que esta especie presenta una gran influencia sobre la composición de este estrato del ecosistema estudiado.

En cuanto al índice de Shannon-Wiener en el área de SAR, para este estrato de palmas tuvo un valor de 0, y de acuerdo con lo sugerido por Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener, los valores de 0 se consideran diversidad baja.

- **Estrato herbáceo**

Como se muestra en la siguiente tabla *Bromelia pinguin* fue la especie que cuenta con los valores más altos de IVI con 66.13, lo que indica que son las especies que influyen en la estructura y composición del estrato del ecosistema estudiado.

Tabla IV.76. Índice de Valor de Importancia para el estrato herbáceo del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
1	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	9.52	5.56	2.02	17.10
2	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	23.81	13.89	5.00	42.69
3	*Bromelia pinguin*	Ch´om	7.94	5.56	52.64	66.13
4	*Cardiospermum corindum*	Boox aak'	6.35	5.56	1.25	13.15
5	*Ctenodon fascicularis*	Kabal-pich	6.35	5.56	1.54	13.44
6	*Cynanchum rensonii*	Ents'ul aak'	4.76	8.33	16.23	29.33
7	*Desmodium tortuosum*	K'iin taj xiiw	3.17	5.56	1.25	9.98
8	*Dioscorea densiflora*	N/D	3.17	5.56	4.03	12.76
9	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	3.17	5.56	1.15	9.88
10	*Echites yucatanensis*	Kalis aak'	6.35	8.33	2.40	17.08
11	*Fridericia floribunda*	Anilkab	9.52	11.11	5.48	26.11
12	*Ocimum campechianum*	X kakaltuum	3.17	5.56	2.40	11.13
13	*Petrea volubilis*	Oop'tsiimim	6.35	5.56	0.77	12.67
14	*Serjania adiantoides*	Chéen aak´	6.35	8.33	3.84	18.52
TOTAL			**100**	**100**	**100**	**300**

Donde: **FR**: Frecuencia Relativa, **DoR**= Dominancia Relativa; **DeR**= Densidad Relativa, **IVI**= Índice de Valor de Importancia

En cuanto al índice de Shannon-Wiener en el área del SAR, para el estrato herbáceo se tuvo un valor de 2.4489 y de acuerdo a lo sugerido por Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Wiener, los valores entre 1.6 y 3.5 se consideran como diversidad media o normal.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.77. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo del SAR.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Pi	-(LN Pi)	Pi*-(LN Pi)
1	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	6	0.0952	2.3514	0.2239
2	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	15	0.2381	1.4351	0.3417
3	*Bromelia pinguin*	Ch´om	5	0.0794	2.5337	0.2011
4	*Cardiospermum corindum*	Boox aak'	4	0.0635	2.7568	0.1750
5	*Ctenodon fascicularis*	Kabal-pich	4	0.0635	2.7568	0.1750
6	*Cynanchum rensonii*	Ents'ul aak'	3	0.0476	3.0445	0.1450
7	*Desmodium tortuosum*	K'iin taj xiiw	2	0.0317	3.4500	0.1095
8	*Dioscorea densiflora*	N/D	2	0.0317	3.4500	0.1095
9	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	2	0.0317	3.4500	0.1095
10	*Echites yucatanensis*	Kalis aak'	4	0.0635	2.7568	0.1750
11	*Fridericia floribunda*	Anilkab	6	0.0952	2.3514	0.2239
12	*Ocimum campechianum*	X kakaltuum	2	0.0317	3.4500	0.1095
13	*Petrea volubilis*	Oop'tsiimim	4	0.0635	2.7568	0.1750
14	*Serjania adiantoides*	Chéen aak´	4	0.0635	2.7568	0.1750
TOTAL			**63**			**2.4489**

La **equitatividad de Shannon** mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima. Si la equitatividad se acerca a cero es cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares (Soler *et al*., 2012). El **índice** de **equitatividad** cuenta con un valor de **0.9279,** siendo un valor cercano a **uno**, por lo que tenemos un ecosistema con abundancias similares para todas las especies de este estrato.

Tabla IV.78. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo del SAR.

Parámetro	Dato
S (Número de especies en la comunidad)	14
H'= Índice obtenido	2.4489
Hmáx = LN (S)	2.6391
Equitatividad (H'/Hmáx)	0.9279
Hmáx - H calculada	0.1901

IV.3.2.2.3. Revisión bibliográfica

Para llevar a cabo el registro de especies que pudieron no haber aparecido en las unidades de muestreo, o aquellas presentes en áreas no muestreadas en el **SAR** debido a su extensión, así como restricción de acceso en algunas zonas, se realizó la revisión bibliográfica de la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (**SNIB**), el **SNIB** alberga información de las especies con registros georreferenciados, esta se encuentra actualizada hasta agosto de 2024 y está integrada por los resultados de 1,177 proyectos que dieron origen a 994 bases de datos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

El procedimiento llevado a cabo para la descarga y depuración de bases de datos fue el siguiente:

1. Se realizó la descarga de los registros con coordenadas utilizando como campos de búsqueda la entidad y los municipios en donde se ubica el **SAR**.
2. De los registros descargados se aplicaron los siguientes filtros:
    a. Registros de 2010 a la fecha, esto con el objetivo de contar con datos más recientes, evitando reportar especies que posiblemente ya no se encuentren en la zona registrada.
    b. Registros que contaran con nombre científico.
    c. Registros cuya clasificación taxonómica estuviera validada.
    d. Registros que contaran con coordenadas válidas.
3. Mediante sistemas de información geográfica (QGIS) se cargaron los registros y se verificó la validez de las coordenadas, así como su incidencia en la entidad o municipio según correspondiera, eliminando aquellos registros que no cumplieran con esta condición.

De esta manera se obtuvo el registro de 106 especies; el listado completo se muestra en la siguiente tabla, en donde destaca la presencia de 3 especies endémicas, una especie en la categoría de “casi amenazada” y “en peligro crítico” según la Lista Roja de la **IUCN**, así mismo, se localizaron 4 especies en el Apéndice II del CITES; no se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Apéndice Normativo 2018.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.79. Listado de especies de flora registradas bibliográficamente en el SAR, AI y AP.

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente	Forma de crecimiento	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059	Distribución
Lycopodiopsida	Selaginellales	Selaginellaceae	*Selaginella sertata*	T	Ef; H	Selaginela	-	-	-	N
Magnoliopsida	Arecales	Arecaceae	*Sabal mexicana*	D; T	A; Ro	Apachite (Nahuatl)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Arecales	Arecaceae	*Sabal yapa*	T	A; Ab; Ro	Bayal (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Asparagales	Iridaceae	*Cipura campanulata*	T	Ge; Hp	Cebolla de zopilote	-	-	-	N
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Ageratum houstonianum*	T	Ha; Hp	-	-	-	-	N
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Melampodium divaricatum*	T	Ha	Acahual amarillo	-	-	-	N
Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Viguiera dentata*	T	Ar; H	Chamiso	-	-	-	N
Magnoliopsida	Boraginales	Cordiaceae	*Cordia alliodora*	T	A; Ar	Abib (Huasteco)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Boraginales	Cordiaceae	*Cordia dodecandra*	T	A; Ar	Chak k'oopte' (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Boraginales	Cordiaceae	*Cordia gerascanthus*	T	A; Ar	Bak che (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Boraginales	Ehretiaceae	*Bourreria mollis*	T	A; Ar	Cha'te' (Ch'ol)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Boraginales	Ehretiaceae	*Bourreria pulchra*	T	A; Ar	Bacalche (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Boraginales	Ehretiaceae	*Ehretia tinifolia*	T	A; Ar	Be-ek (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Brassicales	Resedaceae	*Forchhammeria trifoliata*	T	A; Ar	K' olok ma' ax (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Caryophyllales	Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum*	D; S	Hp	Cenicienta	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	D; T	A; Ar	Clavel	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	D; T	A; Ar	Boliche	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	*Coccoloba cozumelensis*	T	A; Ar	Boob (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	T	A	Bab (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	T	A; Ar	Canilla de venado	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*	T	A; Ar	Sac-tra (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Celastrales	Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	T	A; Ar; L	Chun tok' (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Cucurbita argyrosperma argyrosperma*	T	Ha; Ra	Calabaza	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Cucurbita moschata*	T	Ep; Ha	Calabacita amarilla	-	-	-	N

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente	Forma de crecimiento	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059	Distribución
Magnoliopsida	Ericales	Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	T	A; Ab; Ar	Coyolillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Ericales	Ebenaceae	*Diospyros tetrasperma*	T	A; Ar; H; Sf	K'ab che' (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Ericales	Ebenaceae	*Diospyros yatesiana*	T	A; Ar	Boox siliil (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	*Ardisia escallonioides*	T	A; Ar; Sf	Capulincillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Ericales	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	T	A; Ar	-	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	*Pouteria campechiana*	T	A	A'kacho'ka (Totonaco)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	*Pouteria reticulata*	T	A	Ch' iich' ya (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	*Sideroxylon salicifolium*	T	A; Ar	Capulin	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Acacia cochliacantha*	T	A; Ar	Chi'may (Maya)	-	-	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Acacia gaumeri*	T	A; Ar; L	Boox kaatsim (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Albizia niopoides*	T	A; Ar	Guaje blanco	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Albizia tomentosa*	T	A; Ar	Arrocillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	T	A; Ar; H; L; Sf	Calzoncillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Cenostigma gaumeri*	T	A; Ar	Citinche (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Chloroleucon mangense*	T	A; Ar	Arrocillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Coulteria mollis*	T	A; Ar	Brazil	-	DD	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Coulteria platyloba*	T	A; Ar	Avellano	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Diphysa carthagenensis*	T	A; Ar; H	Babalche	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Haematoxylum campechianum*	D	A; Ar	Bonche' (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Havardia albicans*	T	A; Ar	Chak chukum (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Lennea melanocarpa*	T	A; Ar	Carga rocio	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Lonchocarpus castilloi*	T	A; Ar	Baal che' (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Lonchocarpus guatemalensis*	T	A; Ar	Cimatl (Nahuatl)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	T	A; Ar	Chaperno	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Lonchocarpus xuul*	T	A; Ar	Balche (Maya)	-	-	-	N

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente	Forma de crecimiento	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059	Distribución
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	T	A; Ar	Bo'ox salam (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	T	A; Ar	Box kaatsim (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Piscidia piscipula*	T	A; Ar	Barbasco	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	T	A; Ar	Bejuco prieto	-	NT	-	End
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Senegalia millefolia*	T	A; Ar	-	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Swartzia cubensis*	T	A	Cattox (Maya)	-	-	-	N
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Cameraria latifolia*	T	A; Ar	Chechem blanco	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	T	A; Ar	Aak'its (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	T	A; Ar	Acotope	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Gentianales	Gentianaceae	*Voyria aphylla*	T	Ha; Hp	-	-	-	-	N
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Alseis yucatanensis*	T	A; Ar	Haasche (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Exostema caribaeum*	T	A; Ar	Baak soots' (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Guettarda combsii*	T	A; Ar	Anisillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	T	A; Ar	Cascarillo	-	CR	-	N
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Guettarda gaumeri*	T	A; Ar	Boox kibche' (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Randia aculeata*	D; T	A; Ar	Crucecita	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Randia longiloba*	T	A; Ar; L	Aak (Maya)	-	LC	-	End
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Simira salvadorensis*	T	A	Cacahuate	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus guayacan*	T	A; Ar	Guayacan	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	*Parmentiera aculeata*	T	A; Ar	Ain che' (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	*Tecoma stans*	T	A; Ar	San Francisco	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	T	A; Sf	Canelillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	*Mosannona depressa*	T	A; Ar	Boox e'eele (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium*	T	A; Ar	Baak soots' (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Croton arboreus*	T	A; Ar	P'e'es k'uuch (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius*	T	A; Ar	Cascarilla	-	LC	-	N

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente	Forma de crecimiento	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059	Distribución
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia dioeca*	T	Ha	Golondrina	II	-	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia hirta*	T	Ha	Alfombrilla	II	-	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia mendezii*	T	Ha; Hp	-	II	-	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia ophthalmica*	T	Ha	-	II	-	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	T	A; Ar	Chul (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	*Bunchosia lindeniana*	T	A; Ar; L	Canutillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Malpighiaceae	*Malpighia glabra*	T	A; Ar	Beek che' (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Passifloraceae	*Passiflora sublanceolata*	T	T	Pooch k'aak' (Maya)	-	-	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	*Casearia emarginata*	T	A; Ar	Am che' (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Malpighiales	Violaceae	*Pombalia oppositifolia*	T	Hp	Hierba de san nicolas	-	-	-	N
Magnoliopsida	Malvales	Bixaceae	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	T	A; Ar	Acacia	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	T	A	Mosmot (Zoque)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	D; T	A; Ar	Acashti (Totonaco)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Hampea trilobata*	T	A; Ar	Hol (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Luehea speciosa*	T	A; Ar	Algodoncillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	T	A; Ar	Arrayan	-	-	-	N
Magnoliopsida	Picramniales	Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides*	T	A; Ar	Ardillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Ranunculales	Menispermaceae	*Hyperbaena winzerlingii*	T	A; Ar	K'ooch' kitam (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	*Pseudolmedia glabrata*	T	A	Amatillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	*Trophis racemosa*	T	A; Ar	Campanilla	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Rosales	Rhamnaceae	*Krugiodendron ferreum*	T	A; Ar	Capulincillo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	T	A; Ar	Boox cheechem (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	*Spondias mombin*	D; T	A; Ar	Abalil k'aax (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	*Bursera simaruba*	T	A	Cacho de toro	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Sapindales	Rutaceae	*Amyris sylvatica*	T	A; Ar	K'an yuuk (Maya)	-	LC	-	N

Clase	Orden	Familia	Especie	Ambiente	Forma de crecimiento	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059	Distribución
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	*Exothea diphylla*	T	A	Guayo	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis*	T	A; Ar; L	Guayo	-	-	-	N
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	T	A; Ar	Canchunup (Maya)	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Sapindales	Simaroubaceae	*Simarouba amara*	T	A; Ar	Aceituna	-	LC	-	N
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea crinicalyx*	T	Ep	Is aak'il (Maya)	-	-	-	N
Magnoliopsida	Solanales	Convolvulaceae	*Ipomoea quamoclit*	T	Ep	Bandera española	-	-	-	N

Categoría Lista Roja IUCN

DD Datos insuficientes
LC Preocupación menor
NT Casi amenazada
Cr En peligro crítico

Distribución

End Endémica
N Nativa

Ambiente

T Terrestre
D Dulceacuícola
S Salobre

Forma de crecimiento

A Árbol
Ab Arborescente
Ar ARbusto
Ef Epífita
Ep Epilítica
H Hierba
L Liana
Hp Hierba perenne
Ha Hierba anual
Sf Sufrútice
Ro Rosetófila
Ge Geófita
Ra Rastrera

IV.3.2.3. Fauna

La caracterización de fauna para el presente estudio se realizó para las 3 áreas: **SAR, AI** y **AP** con técnicas específicas para cada grupo faunístico como se describe en seguida.

IV.3.2.3.1. Metodología de muestreo

Previo al trabajo de campo se eligieron los métodos de muestreo más adecuados de acuerdo con el ciclo biológico de las especies a muestrear, el hábitat presente en el área de estudio y el periodo de tiempo disponible.

La elección de los sitios de muestreo, se realizó mediante la selección de hábitats representativos para la fauna silvestre tanto en Área del Proyecto, área de Influencia y el Sistema Ambiental Regional con el uso de imágenes de satélite y caracterizados los tipos de vegetación. Su distribución se realizó respetando los supuestos del método de muestreo elegido. Se desarrollaron métodos directos e indirectos para poder registrar la mayor cantidad de especies posibles.

A) Métodos de muestreo de la Avifauna

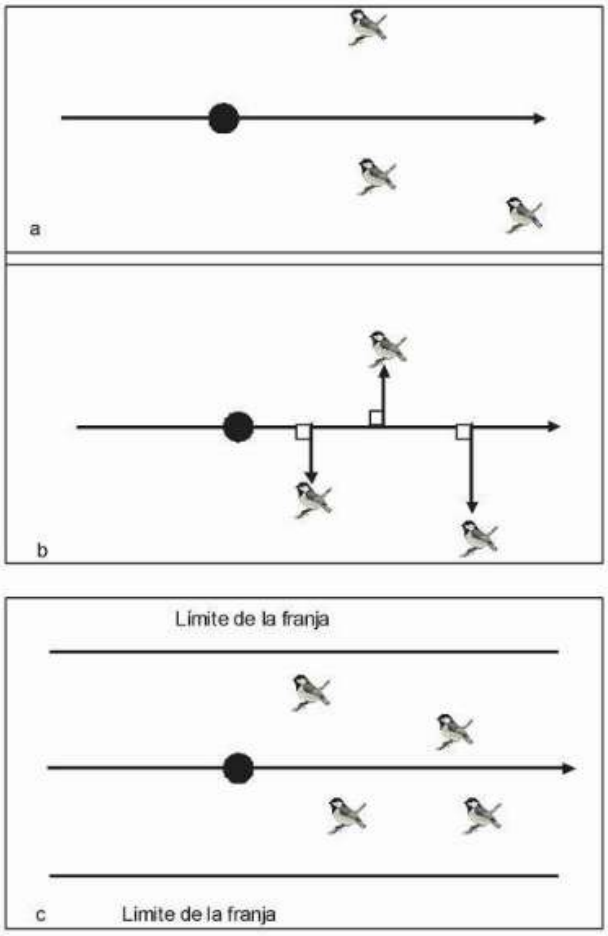
Las aves se muestrearon utilizando el método de “Búsqueda intensiva en puntos de radio fijo” (Ralph, et al. 1996 y Gallina y López, 2011). Con este método se puede calcular la riqueza y abundancia y se pueden hacer pruebas de composición entre condiciones; o diferencias en la abundancia de una especie de ave en particular entre sitios o años. El monitoreo de la avifauna se llevó a cabo durante 5 días, del 18 al 28 de diciembre 2025.

Descripción de recuentos en transectos

Para la caracterización, se realizaron 4 transectos en el área del Proyecto, 4 en el SAR y 4 en el AI. En esta técnica, el observador debe registrar de forma visual y auditiva la mayor cantidad de especies de aves mientras se desplaza en una línea preferentemente recta a una velocidad aproximada de un km/h (González-García, 2011). Los transectos implementados para el muestreo se corresponden a 40 m de ancho (20 metros a cada lado). Las observaciones se realizaron con ayuda de binoculares (10X42) y cámara fotográfica. Para el registro de las especies se hicieron observaciones dentro y fuera de la parcela; para ello, el observador se colocó en el centro de cada una de ellas permaneciendo inmóvil o recorriendo lentamente su interior para contar e identificar toda ave detectada ya sea visualmente o auditivamente, o incluso como respuesta a una sesión de playback (Chávez-León y Velázquez 2004).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.60. Representación esquemática de la técnica monitoreo para avifauna en transecto.



La abundancia relativa se reportó como el promedio de individuos registrado en los sitios de muestreos y la diversidad de aves mediante el cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H´).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.61. Monitoreo de avifauna.



Coordenadas de los sitios de la avifauna

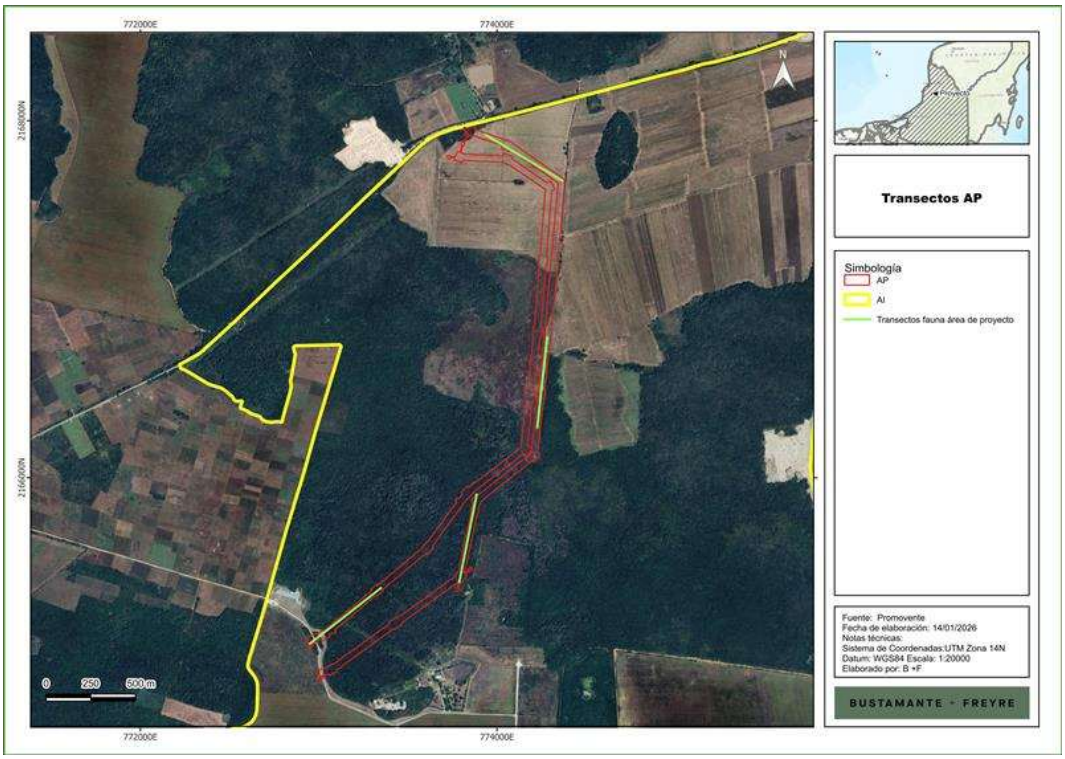
Se presentan las coordenadas UTM de los puntos de inicio y punto final de los transectos realizados para el registro de este grupo de vertebrados, a continuación de manera ilustrativa se presenta el plano de los sitios de muestreo de avifauna y las coordenadas, mientras que, en el Anexo IV.3 se encuentran los archivos kmz y shapefile de ubicaci[on de las unidades de muestreo.

Tabla IV.80. Coordenadas UTM de los transectos de muestreo de avifauna.

Transecto	Inicio		Final	
	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
1	773934.52	2167913.43	774365.21	2167662.08
2	774281.47	2166773.14	774230.59	2166275.13
3	773885.00	2165900.00	773789.57	2165409.46
4	773350.00	2165365.00	772954.00	2165064.00

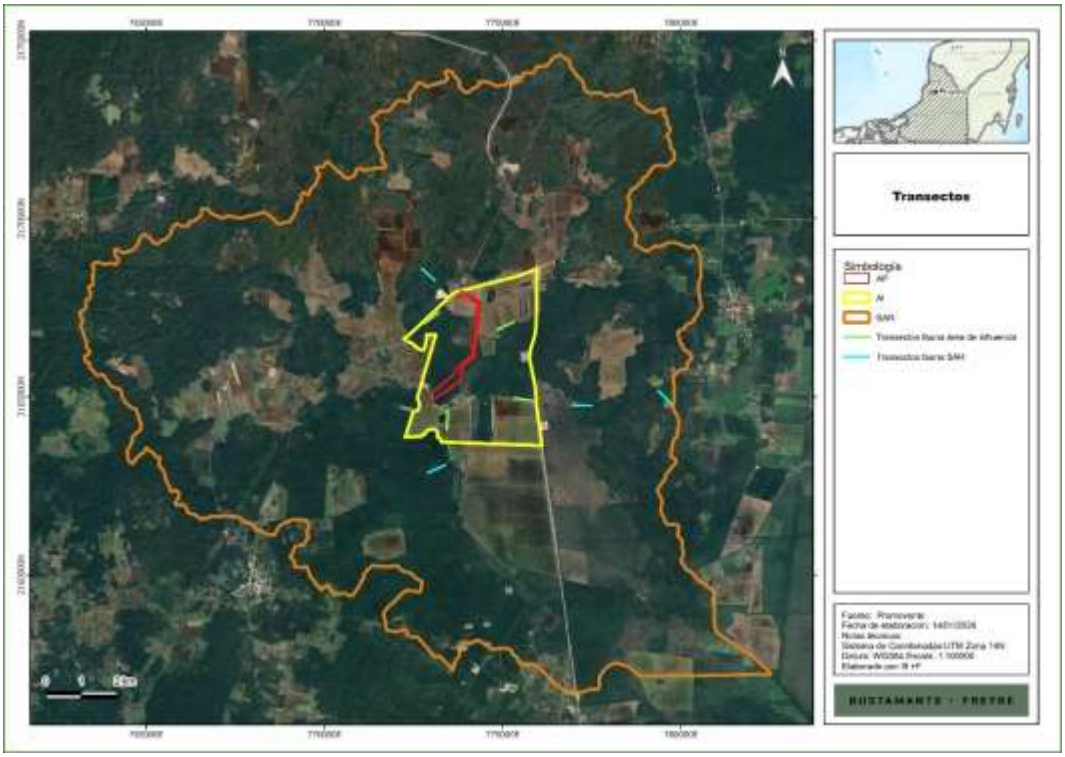
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Mapa de muestreo de avifauna en el AP.



Mapa de muestreo de avifauna en el SAR y AI.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



B) Métodos de muestreo de la mastofauna (fototrampeo)

El trabajo de campo para el monitoreo la mastofauna se realizó durante 4 días efectivos, entre el periodo del 18 al 28 de diciembre 2025, el trabajo consistió registrar avistamientos directos e indirectos (huellas, excretas, restos etc.) a lo largo de la zona que corresponde al área del Proyecto, AI y SAR, aunado a esto, contemplando la diversidad de hábitos de la mastofauna, se emplearon diferentes métodos para su estudio, los cuales fueron: 4 transectos de aproximadamente 500 m de longitud por 10 m de ancho, fototrampeo, y colocación de trampas Sherman y Tomahawk, esfuerzo de muestreo que se replicó en el SAR y AI.

La implementación de los transectos permite conocer la riqueza específica, densidad y abundancia relativa de un determinado grupo faunístico, en un sitio particular (Aranda, 2000). Mediante el establecimiento de recorridos en líneas predeterminadas, se buscaron zonas con senderos naturales con posibilidad de observar rastros (huellas, excretas, restos, pelos, etc.) así como la observación directa de los organismos que pudieran estar descansando o desarrollando alguna otra actividad dentro del sitio (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Colocación de cámaras trampa



Descripción del método de fototrampeo

Este método es usado para múltiples propósitos, desde identificar individualmente especies hasta para evaluar tamaño de poblaciones y varios aspectos de su ecología y comportamiento; lo anterior, convierte el uso de cámaras trampa en una de las más importantes y versátiles metodologías para los estudios de investigación biológica con fines de conservación.

Esta técnica para estudios de vida silvestre se basa en el uso de cámaras fotográficas con sensores térmicos que permiten fotografiar animales que pasen en frente de este dispositivo. El método consiste en colocar cámaras trampa en estaciones olfativas y simples de muestreo preseleccionadas (al azar o sistemáticamente), sobre transectos o senderos que utilizan los animales.

Para el caso de las estaciones olfativas de fototrampeo se utilizaron cebos odoríferos que atraigan a los animales. Generalmente los cebos son líquidos que deben impregnarse en un sustrato poroso, en troncos de los árboles, así como también se utilizó sardina y atún.

Con esta herramienta se puede distinguir y confirmar la presencia de especies difíciles de reconocer por sus huellas u otros indicios, y permiten realizar estudios de comportamiento, patrones de actividad, estimación poblacional, entre otros. (Karanth et al., 2004, Maffei et al., 2004, Silver et al., 2004).

Los usos de las cámaras trampa son:

Para registrar animales grandes y medianos que son difíciles de detectar por medio de observaciones. Permiten estimar el número de individuos dentro de un área mediante la

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

captura y recaptura de individuos. Además, es útil para determinar patrones de movimiento temporal y espacial.

Presencia de especies difíciles de observar por sus hábitos nocturnos o esquivos.

Permiten evaluar la calidad del ecosistema con la identificación de algunas especies.

Datos de preferencia de hábitat, conformación de grupos, identificación de territorios e identificación de individuos.

Por otro lado, el método de trampeo es usado para múltiples propósitos, desde identificar individualmente especies hasta para evaluar tamaño de poblaciones y varios aspectos de su ecología y comportamiento; lo anterior, convierte el uso de trampas en una de las más importantes y versátiles metodologías para los estudios de investigación biológica con fines de conservación. Esta técnica para estudios de vida silvestre se basa en el uso de trampas con sensores al movimiento que permiten capturar animales que pasen sobre el dispositivo ajustado. El método consiste en colocar la trampa en sitios de paso común con atrayentes olfativos y simples de identificar para las especies potenciales, sobre transectos o senderos que utilizan los animales.

Para el presente estudio, se manejaron trampas Sherman utilizando cebos odoríferos y comestibles que atraigan a los mamíferos de distribución potencial en el área de estudio. Generalmente los cebos son líquidos que deben impregnarse en un sustrato poroso, en troncos de los árboles, así como también se utilizó sardina y atún en el caso de las trampas Tomahawk con enfoque a mamíferos de talla mediana, y para las trampas Sherman cebos con mezcla de avena o cacahuates y vainilla para mamíferos de talla pequeña.

Colocación de trampa Sherman



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La diversidad de mamíferos fue evaluada utilizando el índice de diversidad de Shannon, que toma en cuenta los dos componentes de la diversidad de una localidad: número de especies y el número de individuos por especie (Magurran, 1988).

Se clasificó la abundancia relativa de las especies sumando los individuos observados de los puntos de conteo, considerando como especie abundante a aquella registrada 13 individuos o más; como escasa cuyo número de avistamientos fuera encontrado en un rango de 6 individuos a 12 individuos; y rara aquella que fue vista mínimamente durante el muestreo con menos de 5 registros. La diversidad de mamíferos fue evaluada utilizando el índice de diversidad de mediante el cálculo del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H´), que toma en cuenta los dos componentes de la diversidad de una localidad: número de especies y el número de individuos por especie (Magurran, 1988).

Coordenadas de los sitios de la mastofauna

Se presentan las coordenadas geográficas de los puntos donde fueron colocadas las cámaras trampa, además, se presenta el mapa de los sitios de muestreo de mastofauna:

Coordenadas de los sitios de muestreo donde se colocaron las cámaras trampa

Sitio	Coordenada	
	X	Y
1	773007	2165085
2	774122	2166060

Coordenadas UTM de la colocación de trampas Sherman

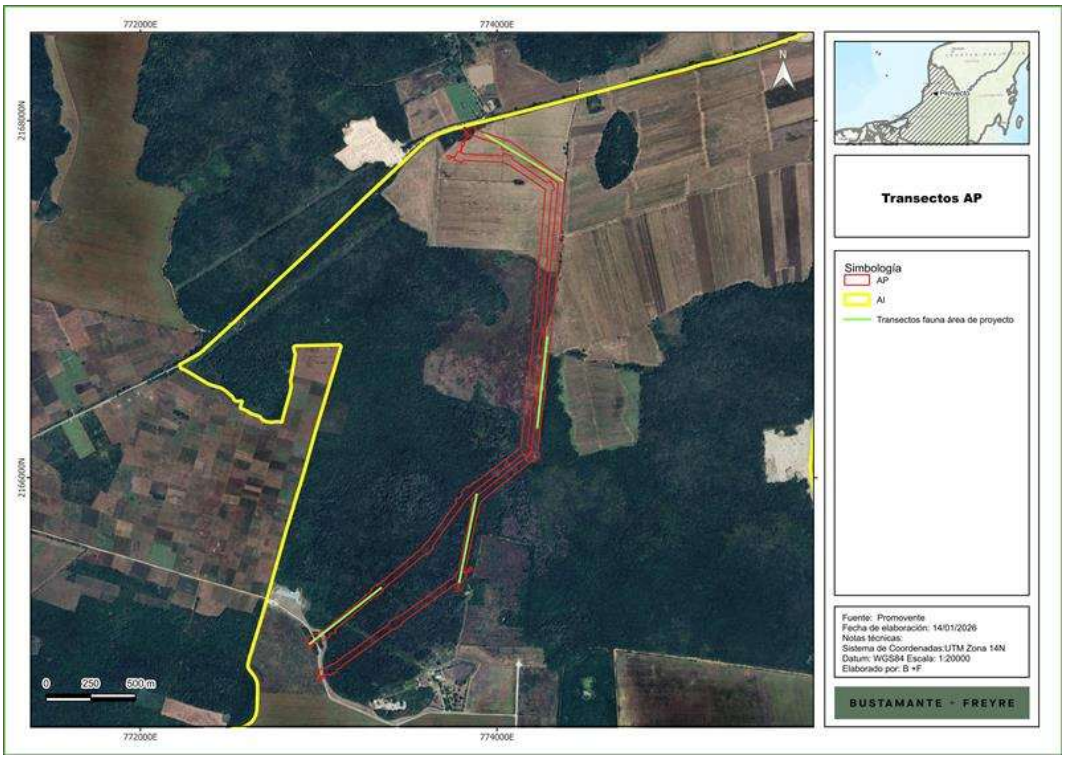
Sitio	Coordenada	
	X	Y
1	774209	2166430

Coordenadas UTM de los puntos de inicio y final de los transectos de muestreo

Transecto	Inicio		Final	
	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
1	773934.52	2167913.43	774365.21	2167662.08
2	774281.47	2166773.14	774230.59	2166275.13
3	773885.00	2165900.00	773789.57	2165409.46
4	773350.00	2165365.00	772954.00	2165064.00

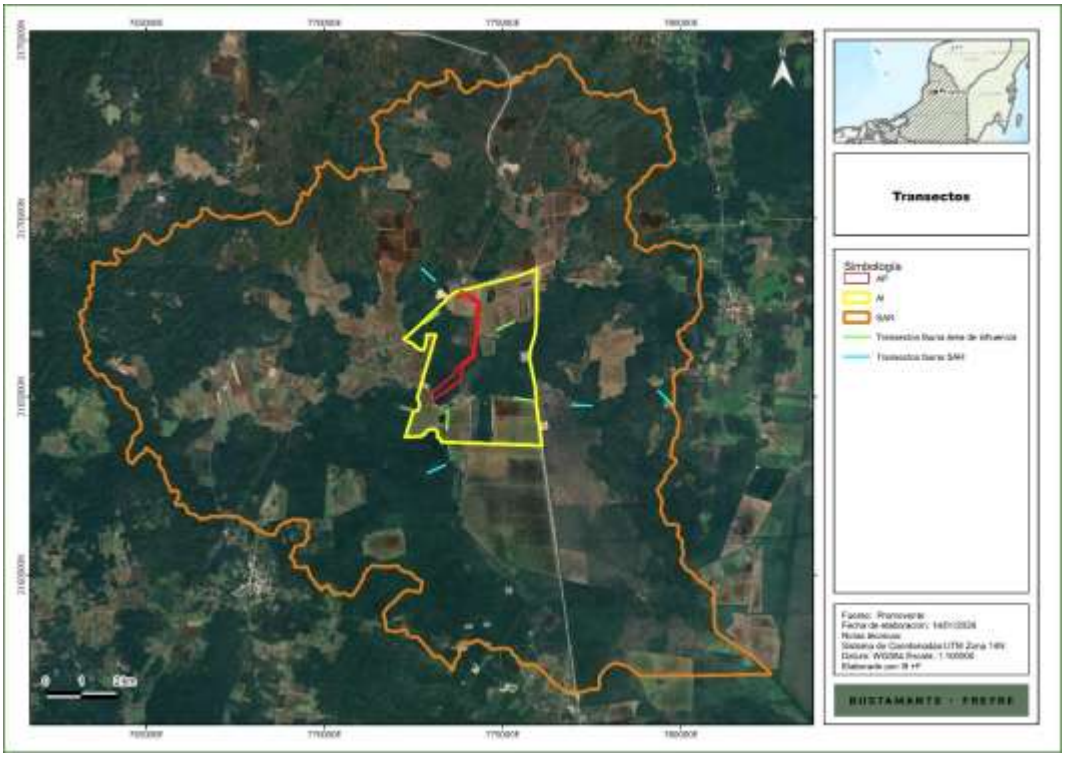
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Mapa de muestreo de mastofauna (transectos) en el AP.



Mapa de muestreo de mastofauna (transectos) en el SAR y AI.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



C) Métodos de muestreo de Quirópteros

Estaciones de escucha ultrasónica. Para el registro de los quirópteros se implementaron 4 estaciones de grabación ultrasónica en el SAR, 4 en el AI y 4 en el AP. Las emisiones ultrasónicas fueron captadas mediante detectores en tiempo real, utilizando un Echo Meter Touch 2 PRO y la aplicación de Echometer Versión 2.8 de Wildlife Acoustics Inc. para IOS. Las grabaciones se realizaron durante 20 minutos con el Echo Meter a un metro de altura y dirigido hacia el cielo con inclinación a 45-65º. El objetivo de esta técnica es registrar únicamente la presencia de especies al vuelo que difícilmente serian atrapadas en las redes de niebla.

Colocación de estaciones de escucha ultrasónica

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



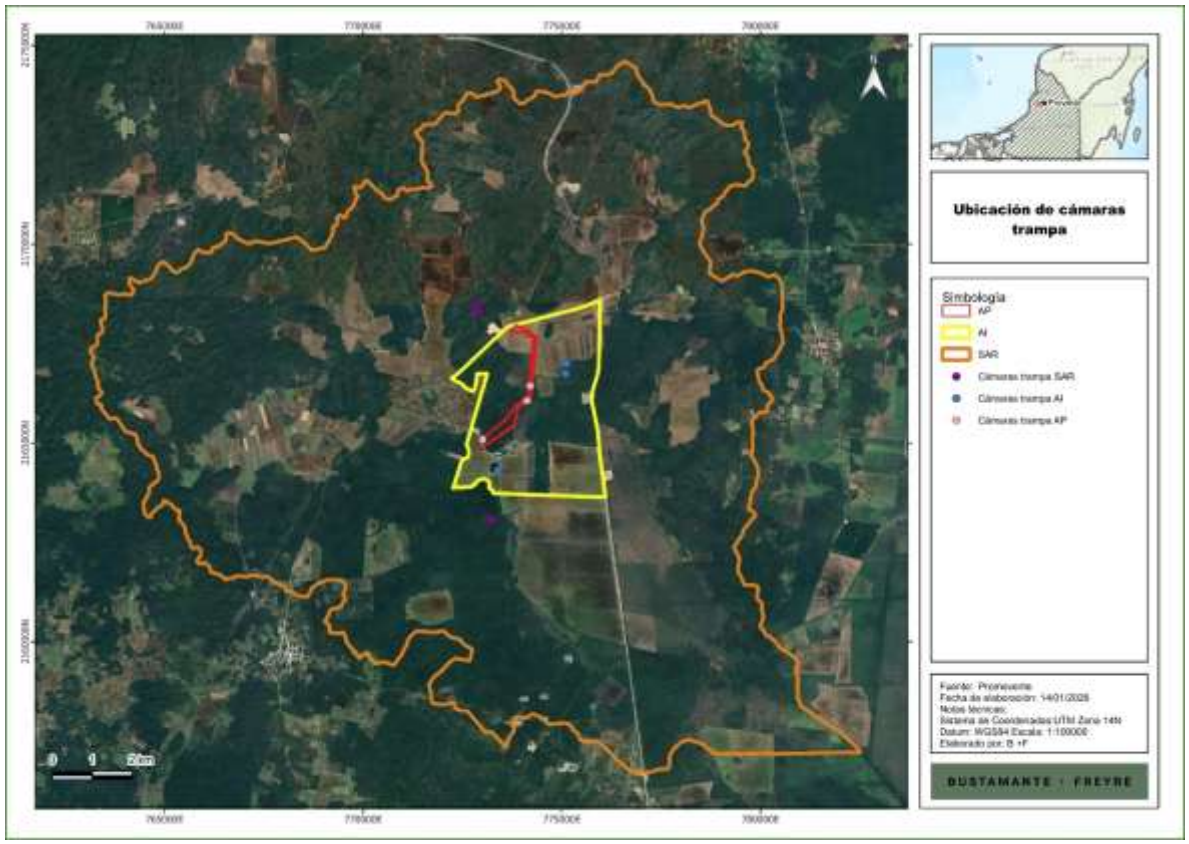
Estaciones de Redeo. Para complementar la información de las grabaciones ultrasónicas, se colocaron 2 redes de niebla (12 m x 2.5 m) durante 5 noches, estas estuvieron abiertas de las 18:00 a las 21:00 horas. De cada ejemplar capturado únicamente se registró la especie y abundancia. Se realizó un esfuerzo de muestreo de tres horas por cada sesión

Colocación de estaciones de Redeo



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Mapa de muestreo de mastofauna (trampas, cámaras)



D) Métodos de muestreo de la Herpetofauna

El trabajo de campo para el monitoreo de la herpetofauna se realizó durante 5 días, 18 al 22 de diciembre 2025, para el registro se realizaron recorridos a pie en transectos de 500 m de longitud por 10 m de ancho, (500 m2) realizando reconocimientos en el campo mediante el método de encuentro por inspección visual, que consiste en una búsqueda intensiva en todos los microhábitats posibles donde se conoce pueden habitar los anfibios y reptiles (sobre y debajo de rocas, debajo y sobre troncos, debajo de hojarasca, así como dentro de grietas, cuerpos de agua, entre otros). Se realizaron 4 transectos en el SAR, 4 en el AI y 4 en el AP.

El método de captura depende del organismo a recolectar; ranas, sapos, lagartijas, tortugas y culebras pueden tomar con la mano, aunque en ocasiones las ranas y sapos se toman con una red de acuario, mientras que las lagartijas pueden ser atrapadas golpeándolas suavemente con ligas de plástico. Las serpientes (tanto culebras y víboras) pueden ser recolectadas con un gancho herpetológico.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Durante los recorridos en el sitio de muestreo se tomaron momentáneamente algunos individuos de ciertas especies, con la intención de revisar la escutelación (arreglo, forma y número de escamas), y así tener una certera determinación de la especie, así como para obtener fotografías de estos, pero sin sacrificar a ningún ejemplar.

Con el fin de facilitar la identificación de los organismos en campo, durante todas las salidas el equipo de trabajo se apoyó de una cámara fotográfica para así poder llevar en todo momento un registro fotográfico de las especies que se avistaran. Se diseñó también un plan de trabajo para agilizar la obtención y recopilación de datos, el cual consistió en tres fases:

Puntos de interés y búsqueda (muestreo selectivo)

Se ubicaron zonas de interés para realizar la búsqueda exhaustiva en micro hábitats; se ubicaron lugares potenciales que se sabe son utilizados por anfibios y reptiles, como: bajo de rocas, troncos, cuevas; etcétera. Cada búsqueda tuvo una duración de poco más de 90 minutos entre cada punto.

Registro de coordenadas de la zona de interés

Durante la búsqueda exhaustiva, se integraron las coordenadas del GPS a las tablas correspondientes.

Encuentros y colecta de organismos

Para la colecta de los organismos se utilizaron las herramientas adecuadas como: ganchos pinzas y bolsas herpetológicas. Una vez identificados y registrados se procedió a la liberación de los mismos dentro de las áreas donde fueron colectados. La abundancia relativa de anfibios y reptiles se obtuvo a partir del total de registros (organismos observados, recolectados y no recolectados), siguiendo los criterios empleados por Martínez y Muños (1998) donde se calculó la riqueza de especies sumando las especies observadas de los puntos de conteo.

Se evaluó la abundancia relativa de las especies de anfibios y reptiles, del mismo modo se calculó la diversidad mediante Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H´).

Búsqueda exhaustiva de Herpetofauna

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



Coordenadas de los sitios de la herpetofauna

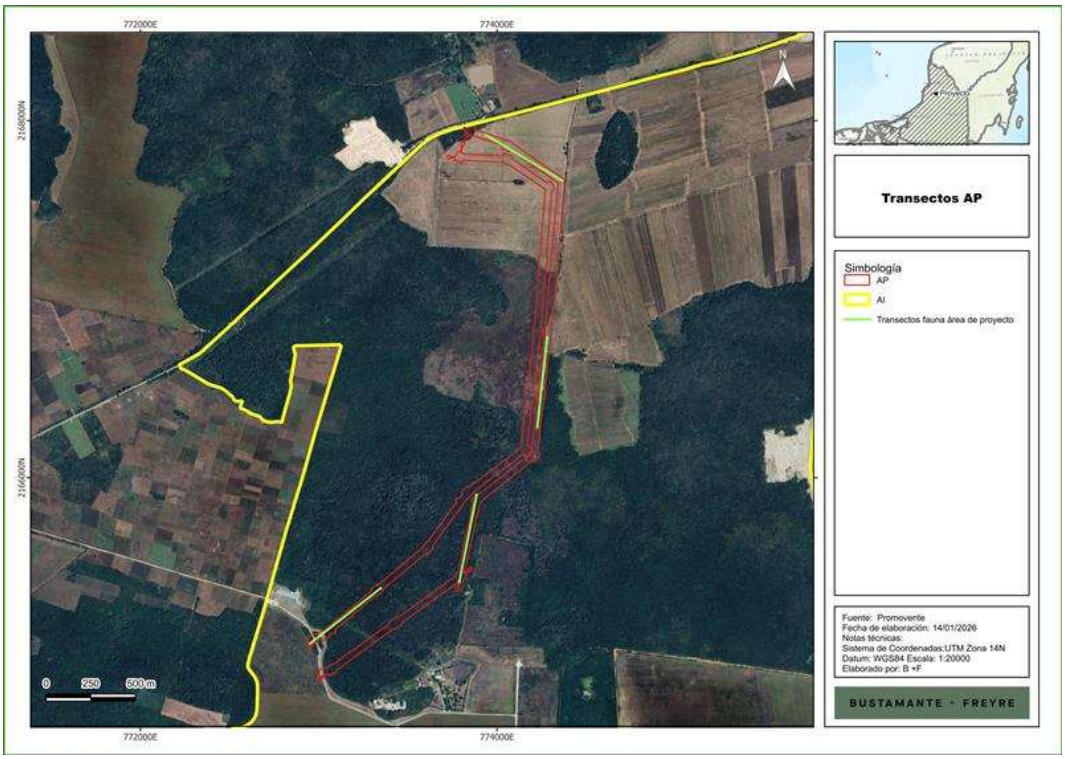
Se presentan las coordenadas UTM de los sitios de muestreo para el grupo de anfibios y reptiles.

Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de la Herpetofauna

Transecto	Inicio		Final	
	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y
1	773934.52	2167913.43	774365.21	2167662.08
2	774281.47	2166773.14	774230.59	2166275.13
3	773885.00	2165900.00	773789.57	2165409.46
4	773350.00	2165365.00	772954.00	2165064.00

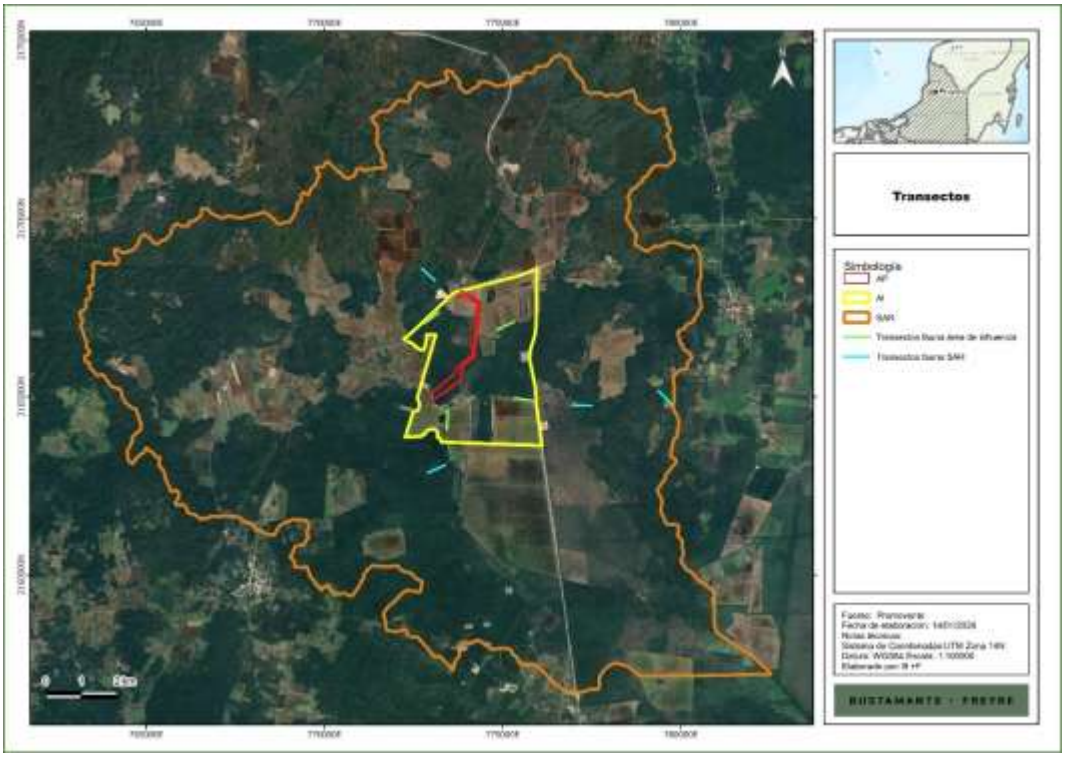
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Mapa de muestreo de herpetofauna en el AP.



Mapa de muestreo de herpetofauna en el SAR y AI.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas



IV.3.2.3.2. Resultados

En seguida se presentan los resultados obtenidos de los muestreos, así mismo, en el **Anexo IV_3** se presentan los archivos shapefile y kmz de ubicación de las unidades de muestreo, así como las bases de datos y memoria de cálculo de los índices de diversidad y valor de importancia, así como curvas de acumulación, en formato electrónico Excel.

A) ÁREA DEL PROYECTO

Avifauna

Resultado de la suficiencia de muestreo y diversidad para la avifauna

La memoria de cálculo para llegar a la curva de acumulación de especies para la avifauna se agregó al Anexo IV.3.

Método no paramétrico: Curvas de acumulación de especies

Sabiendo que la fauna está compuesta por grandes grupos con dinámicas diferentes, se prosiguió a realizar las curvas de acumulación por grupo. Se tomó como punto inicial la base de datos construida con los datos del muestreo realizado a nivel AP para la avifauna. A continuación, se presenta una tabla de doble entrada, donde las filas corresponden a las especies encontradas y las columnas a los sitios muestreados. Esta matriz contiene datos de abundancia, ya que la curva de acumulación únicamente representa la adición de especies, independientemente del número de individuos que aporten.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.81. Matriz de frecuencias de especies por día muestreados para la avifauna.

No.	Especies	Frecuencia de especies por día muestreados			
		1	2	3	4
1	*Amazona albifrons*	2	59	150	15
2	*Astur bicolor*	0	0	1	3
3	*Cathartes aura*	7	0	3	2
4	*Chlorestes candida*	1	0	0	1
5	*Claravis pretiosa*	0	1	0	2
6	*Columbina passerina*	2	0	1	0
7	*Columbina talpacoti*	0	0	1	2
8	*Coragyps atratus*	0	0	1	1
9	*Cyanocorax morio*	0	2	8	5
10	*Cyanocorax yncas*	0	0	3	12
11	*Cyanocorax yucatanicus*	0	20	32	0
12	*Cyclarhis gujanensis*	0	1	0	2
13	*Dives dives*	3	3	2	0
14	*Dryocopus lineatus*	0	1	0	1
15	*Dumetella carolinensis*	0	1	1	2
16	*Empidonax minimus*	1	1	1	0
17	*Eupsittula nana*	0	1	2	0
18	*Glaucidium brasilianum*	0	1	1	1
19	*Herpetotheres cachinnans*	1	0	2	0
20	*Icterus gularis*	1	2	0	3
21	*Leptotila verreauxi*	3	1	1	2
22	*Melanerpes aurifrons*	0	0	1	2
23	*Passerina cyanea*	24	40	1	0
24	*Patagioenas flavirostris*	0	2	4	2
25	*Petrochelidon fulva*	8	0	0	12
26	*Pheugopedius maculipectus*	1	5	2	2
27	*Polioptila bilineata*	0	2	0	2
28	*Polioptila caerulea*	0	0	1	2
29	*Rupornis magnirostris*	1	0	2	0
30	*Saltator atriceps*	1	2	3	4
31	*Saltator grandis*	0	3	1	0
32	*Setophaga americana*	0	0	1	2
33	*Setophaga citrina*	0	2	1	1
34	*Setophaga magnolia*	0	2	2	2
35	*Setophaga petechia*	0	1	0	1
36	*Setophaga ruticilla*	0	2	0	3
37	*Stelgidopteryx*	25	20	0	0

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

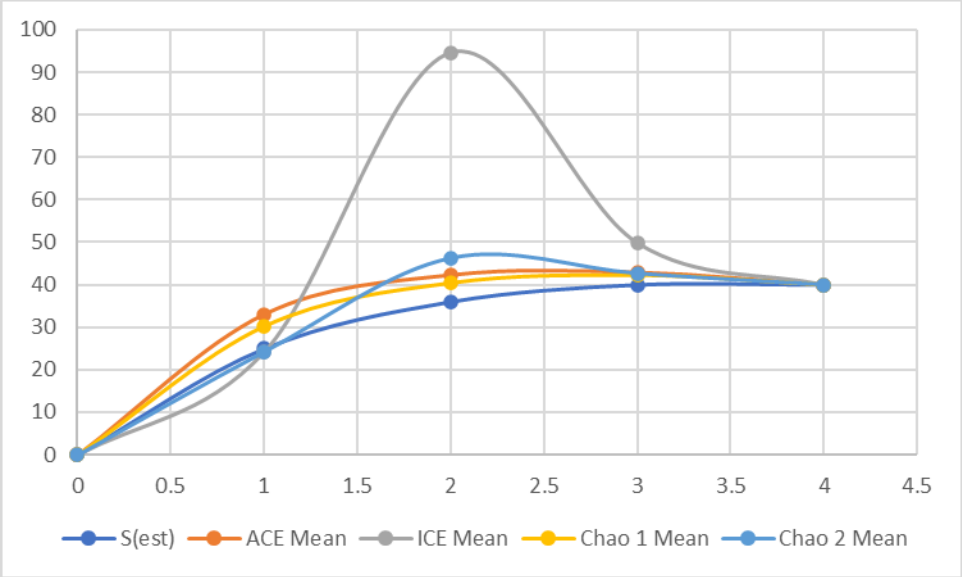
No.	Especies	Frecuencia de especies por día muestreados			
		1	2	3	4
	serripennis ssp. ridgwayi				
38	*Trogon caligatus*	0	0	2	1
39	*Tyrannus couchii*	0	0	2	1
40	*Zenaida asiatica*	20	25	25	0

Tabla IV.82. Estimadores de suficiencia del muestreo de avifauna para el área del proyecto.

Días	Spp. Registradas	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2
1	25	33.04	24.23	30.23	24.23
2	36	42.27	94.58	40.43	46.23
3	40	42.87	49.87	42.27	42.63
4	40	40	40	40	40
Certeza de riqueza (%)		100%	100%	100%	100%

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Figura IV.62. Curva de Acumulación de Especies a nivel Área del Proyecto para la avifauna.



Interpretación de los resultados de los estimadores no paramétricos

Para los 4 sitios de muestreo en el área de proyecto; la avifauna obtenida fue de 40 especies, donde los estimadores ACE, ICE, Chao 1 y Chao 2 arrojan que se esperaría encontrar un total de 40 especies. Con base en estos resultados, contamos con el 100% de certeza de riqueza de acuerdo a los mencionados estimadores no paramétricos. Lo que hace nuestro muestreo realizado en el área de proyecto para el grupo de avifauna

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia e índices de diversidad.

En la tabla y en la gráfica anterior, podemos observar que a partir del sitio 4 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a ser asintótica. Es decir, después de esta cantidad de días la representatividad tiende a estabilizarse y alcanza la representatividad del 100 %.

Abundancia relativa de la Avifauna

En las siguientes tablas se muestra la abundancia relativa del grupo de aves que se registraron dentro del área del proyecto.

Tabla IV.83. Abundancia relativa por especie de la avifauna.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia Absoluta	AR (%)
1	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	226	34.77
2	*Astur bicolor*	Gavilán bicolor	4	0.62
3	*Cathartes aura*	Zopilote aura	12	1.85
4	*Chlorestes candida*	Colibrí cándido	2	0.31
5	*Claravis pretiosa*	Tórtola azul	3	0.46
6	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	3	0.46
7	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	3	0.46
8	*Coragyps atratus*	Zopilote común	2	0.31
9	*Cyanocorax morio*	Piapia	15	2.31
10	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	15	2.31
11	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	52	8.00
12	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón Cejas Canela	3	0.46
13	*Dives dives*	Zanate cantor	8	1.23
14	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	2	0.31
15	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	4	0.62
16	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	3	0.46
17	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	3	0.46
18	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	3	0.46
19	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco	3	0.46
20	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	6	0.92
21	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	7	1.08
22	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	3	0.46
23	*Passerina cyanea*	Colorín azul	65	10.00
24	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	8	1.23
25	*Petrochelidon fulva*	Golondrina pueblera	20	3.08
26	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	10	1.54
27	*Polioptila bilineata*	Perlita cejiancha	4	0.62
28	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	3	0.46
29	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	3	0.46

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia Absoluta	AR (%)
30	*Saltator atriceps*	Saltador Cabeza Negra	10	1.54
31	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	4	0.62
32	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado	3	0.46
33	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	4	0.62
34	*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolias	6	0.92
35	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	2	0.31
36	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	5	0.77
37	*Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi*	Golondrina Yucateca	45	6.92
38	*Trogon caligatus*	Coa Violácea Norteña	3	0.46
39	*Tyrannus couchii*	Tirano Cuir	3	0.46
40	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	70	10.77
Total			650	100%

Listado taxonómico de la avifauna

A continuación, se presenta la tabla de la lista de avifauna que se encontraron dentro del área del proyecto, así como también dentro de las mismas se puntualiza si se encuentran o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.84. Lista de especies de aves registradas en el AP.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES
1	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr	LC	Ap. II
2	Accipitridae	*Astur bicolor*	Gavilán bicolor	A	LC	Ap. II
3	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	****	LC	****
4	Trochilidae	*Chlorestes candida*	Colibrí cándido	****	LC	Ap. II
5	Columbidae	*Claravis pretiosa*	Tórtola azul	****	LC	****
6	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	****	LC	****
7	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	****	LC	****
8	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	****	LC	****
9	Corvidae	*Cyanocorax morio*	Piapia	****	LC	****
10	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	****	LC	****
11	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	****	LC	****
12	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón Cejas Canela	****	LC	****
13	Icteridae	*Dives dives*	Zanate cantor	****	LC	****
14	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	****	LC	****
15	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	****	LC	****
16	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	****	LC	****
17	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr	****	Ap. II
18	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	****	LC	Ap. II

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES
19	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco	****	LC	Ap. II
20	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	****	LC	****
21	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	****	LC	****
22	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	****	LC	****
23	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	****	LC	****
24	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	****	LC	****
25	Hirundinidae	*Petrochelidon fulva*	Golondrina pueblera	****	LC	****
26	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	****	LC	****
27	Polioptilidae	*Polioptila bilineata*	Perlita cejiancha	Pr	LC	****
28	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	****	LC	****
29	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	****	LC	Ap. II
30	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador Cabeza Negra	****	LC	****
31	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	****	LC	****
32	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado	****	LC	****
33	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	****	LC	****
34	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolias	****	LC	****
35	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	****	LC	****
36	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	****	LC	****
37	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi*	Golondrina Yucateca	****	LC	****
38	Trogonidae	*Trogon caligatus*	Coa Violácea Norteña	****	****	****
39	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano Cuir	****	LC	****
40	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	****	LC	****

CITES: Apéndice I (CT. I), Apéndice II (CT. II), Apéndice III (CT. III). NOM-059: Amenazada (A), En Peligro (P), Extinta (E) Sujeta a Protección Especial (Pr). UICN: Casi amenazado (NT), Datos insuficientes (DD), En Peligro (EN), En peligro crítico (CR), Extinto (EX), Extinto en estado silvestre (EW), Preocupación menor (LC), Vulnerable (VU).

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Del listado taxonómico de las especies encontradas se procedió a consultar la NOM-059-SEMARNAT-2010 para verificar si alguna de las especies existentes en el área del proyecto, está tipificada en algún estatus de conservación, encontrando que las especies *Amazona albifrons, Eupsittula nana* y *Polioptila bilineata* se encuentra enlistadas en la categoría de Protección especial (Pr), y *Astur bicolor* en la categoría de Amenazada (A).

Riqueza de especies

Se registró un total de 40 especies divididas en 13 órdenes, 24 familias y 31 géneros.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Índice de Shannon-Wiener

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos en cuanto a los indicadores de diversidad de Índice de Shannon-Wiener.

Tabla IV.85. Índice de Shannon-Wiener para aves.

No	Nombre científico	Abundancia	Pi	(-)LN Pi	Pi*(-)LNPi	Pi2	Pi*log2Pi
1	*Amazona albifrons*	226	0.3477	1.0564	0.3673	0.1209	-0.5299
2	*Astur bicolor*	4	0.0062	5.0907	0.0313	0.0000	-0.0452
3	*Cathartes aura*	12	0.0185	3.9921	0.0737	0.0003	-0.1063
4	*Chlorestes candida*	2	0.0031	5.7838	0.0178	0.0000	-0.0257
5	*Claravis pretiosa*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
6	*Columbina passerina*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
7	*Columbina talpacoti*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
8	*Coragyps atratus*	2	0.0031	5.7838	0.0178	0.0000	-0.0257
9	*Cyanocorax morio*	15	0.0231	3.7689	0.0870	0.0005	-0.1255
10	*Cyanocorax yncas*	15	0.0231	3.7689	0.0870	0.0005	-0.1255
11	*Cyanocorax yucatanicus*	52	0.0800	2.5257	0.2021	0.0064	-0.2915
12	*Cyclarhis gujanensis*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
13	*Dives dives*	8	0.0123	4.3975	0.0541	0.0002	-0.0781
14	*Dryocopus lineatus*	2	0.0031	5.7838	0.0178	0.0000	-0.0257
15	*Dumetella carolinensis*	4	0.0062	5.0907	0.0313	0.0000	-0.0452
16	*Empidonax minimus*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
17	*Eupsittula nana*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
18	*Glaucidium brasilianum*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
19	*Herpetotheres cachinnans*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
20	*Icterus gularis*	6	0.0092	4.6852	0.0432	0.0001	-0.0624
21	*Leptotila verreauxi*	7	0.0108	4.5311	0.0488	0.0001	-0.0704
22	*Melanerpes aurifrons*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
23	*Passerina cyanea*	65	0.1000	2.3026	0.2303	0.0100	-0.3322
24	*Patagioenas flavirostris*	8	0.0123	4.3975	0.0541	0.0002	-0.0781
25	*Petrochelidon fulva*	20	0.0308	3.4812	0.1071	0.0009	-0.1545
26	*Pheugopedius maculipectus*	10	0.0154	4.1744	0.0642	0.0002	-0.0927
27	*Polioptila bilineata*	4	0.0062	5.0907	0.0313	0.0000	-0.0452
28	*Polioptila caerulea*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
29	*Rupornis magnirostris*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
30	*Saltator atriceps*	10	0.0154	4.1744	0.0642	0.0002	-0.0927
31	*Saltator grandis*	4	0.0062	5.0907	0.0313	0.0000	-0.0452
32	*Setophaga americana*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
33	*Setophaga citrina*	4	0.0062	5.0907	0.0313	0.0000	-0.0452
34	*Setophaga magnolia*	6	0.0092	4.6852	0.0432	0.0001	-0.0624
35	*Setophaga petechia*	2	0.0031	5.7838	0.0178	0.0000	-0.0257
36	*Setophaga ruticilla*	5	0.0077	4.8675	0.0374	0.0001	-0.0540
37	*Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi*	45	0.0692	2.6703	0.1849	0.0048	-0.2667
38	*Trogon caligatus*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Abundancia	Pi	(-)LN Pi	Pi*(-)LNPi	Pi2	Pi*log2Pi
39	*Tyrannus couchii*	3	0.0046	5.3784	0.0248	0.0000	-0.0358
40	*Zenaida asiatica*	70	0.1077	2.2285	0.2400	0.0116	-0.3462
Total		650					

Tabla IV.86. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para la avifauna.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comúnidad)	40
H'= Índice obtenido	3.6991
Hmax = LN(S)	5.3219
H'/Hmax = Equiparabilidad (J)	0.6951
Hmax - H calculada	1.6228

En el Anexo IV.3 se presenta el procedimiento de cálculo de la Abundancia Relativa y el Índice de Shannon-Wiener para el grupo faunístico de aves.

Discusión y conclusiones

La comunidad de aves detectada presenta una riqueza de especies (S=40) que sugiere una alta heterogeneidad ambiental. Según Villaseñor y Santana (2003), las selvas medianas en el sureste de México suelen albergar una alta diversidad de aves debido a la superposición de gremios alimenticios y la presencia de especies tanto residentes como migratorias.

Análisis de la Diversidad y Equitatividad (H' y J):El valor de H' = 3.69 es indicativo de un ecosistema maduro. Comparándolo con estudios regionales, una diversidad superior a 3.5 en aves refleja un ambiente que provee múltiples nichos verticales (estratos). Sin embargo, la Equitatividad (J = 0.69) revela una dominancia moderada. Esto se explica por la tabla de abundancias previa, donde especies como *Amazona albifrons* (34.77%) y *Zenaida asiatica* (10.77%) acaparan gran parte de la población, reduciendo la uniformidad de la comunidad.

La dominancia de loros (*Amazona albifrons*) está directamente ligada a la presencia de árboles de gran porte como el *Bursera simaruba* (Chakaj), indispensables para la anidación en cavidades. El estrato arbustivo y herbáceo rico en *Bunchosia swartziana* y *Bromelia pinguin* sostiene a los gremios de aves frugívoras y granívoras identificadas en la tabla. Una equitatividad de 0.69 sugiere que el sitio podría estar experimentando un efecto de borde. Las especies generalistas están prosperando, mientras que las especialistas del interior de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

la selva (como la Trogon caligatus) presentan abundancias mucho más bajas (0.46%), lo que las hace altamente vulnerables al cambio de uso de suelo propuesto (Van Perlo, 2006).

El transecto con mayor riqueza específica fue el 3 y 4 con 30 y 29 especies, el de menor el transecto 1 con 16 especies registradas, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla IV.87. Número de especies encontradas para la clase Aves por transecto.

Transecto	Sp. Aves
1	16
2	25
3	30
4	29

Se tiene contemplado establecer medidas de mitigación para los componentes ambientales en las distintas fases del proyecto, y así evitar daños permanentes que pongan en peligro el hábitat de las aves, haciendo la aclaración que los daños derivados serían de manera temporal; por lo tanto, se concluye este grupo no presentara vulnerabilidad alguna.

Mastofauna (mamíferos terrestres)

Resultado de la suficiencia de muestreo y diversidad para la mastofauna

La memoria de cálculo para llegar a la curva de acumulación de especies para la mastofauna a nivel del área del Proyecto, se agregó al Anexo IV.3.

Método no paramétrico: Curvas de acumulación de especies

Sabiendo que la fauna está compuesta por grandes grupos con dinámicas diferentes, se prosiguió a realizar las curvas de acumulación por grupo. Se tomó como punto inicial la base de datos construida con los datos del muestreo realizado a nivel área del proyecto para la mastofauna. A continuación, se presenta una tabla de doble entrada, donde las filas corresponden a las especies encontradas y las columnas a los días muestreados. Esta matriz contiene datos de abundancia, ya que la curva de acumulación únicamente representa la adición de especies, independientemente del número de individuos que aporten.

Tabla IV.88. Matriz de frecuencias de especies por día muestreado de la mastofauna.

No.	Especies	Frecuencia de especies por día muestreados			
		1	2	3	4
1	*Canis latrans*	1	0	0	1
2	*Coendou mexicanus*	0	1	0	1
3	*Dicotyles tajacu*	1	0	0	1
4	*Didelphis marsupialis*	0	1	0	1
5	*Heterogeomys hispidus*	2	1	0	0
6	*Odocoileus virginianus*	1	0	2	2

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

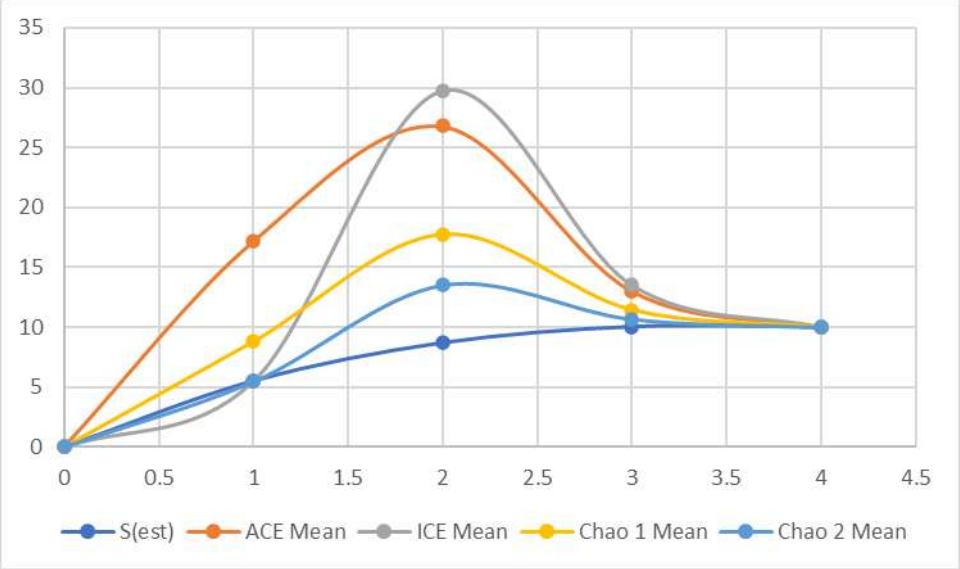
No.	Especies	Frecuencia de especies por día muestreados			
		1	2	3	4
7	*Procyon lotor*	0	1	0	1
8	*Rattus rattus*	1	0	1	0
9	*Sigmodon toltecus*	1	0	1	0
10	*Sylvilagus yucatanicus*	5	2	0	1

Tabla IV.89. Estimadores de suficiencia del muestreo de la mastofauna del área del proyecto.

Días	Spp. Registradas	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2
1	5.5	17.17	5.46	8.78	5.46
2	8.67	26.79	29.7	17.72	13.53
3	10	13.04	13.53	11.45	10.7
4	10	10	10	10	10
Certeza de riqueza (%)		100	100	100	100

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Figura IV.63. Curva de Acumulación de Especies de mastofauna del área del proyecto.



Interpretación de los resultados de los estimadores no paramétricos

Para mastofauna se observaron 10 especies, mientras que la riqueza esperada según los estimadores ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, para este grupo es de 10. Entonces se tiene que la riqueza obtenida representa al menos el 100% de certeza respecto a los valores obtenido con los estimadores ACE, ICE, Chao 1. Considerando a Chao 1 como el estimador más riguroso y observando la gráfica la curva se vuelve asintótica a partir del día 4, eso quiere decir que aunque se aumente el esfuerzo de muestreo, no se incrementará el número de especies y será muy posible la incidencia en campo de las especies descritas, por lo tanto

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

es así como se demuestra una vez más que el muestreo realizado es estadísticamente representativo y suficiente para estimar la riqueza, abundancia e índice de diversidad del grupo mastofauna para el presente estudio.

Abundancia relativa de la Mastofauna

En las siguientes tablas se muestra la abundancia relativa del grupo de Mastofauna que se registraron dentro del área del proyecto.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.90. Abundancia Relativa para el grupo de mamíferos.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia Absoluta	AR (%)
1	*Canis latrans*	Coyote	2	6.67
2	*Coendou mexicanus*	Puercoespín tropical	2	6.67
3	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	2	6.67
4	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	2	6.67
5	*Heterogeomys hispidus*	Tuza crespa	3	10.00
6	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	5	16.67
7	*Procyon lotor*	Mapache	2	6.67
8	*Rattus rattus*	Rata negra	2	6.67
9	*Sigmodon toltecus*	Rata algodonera	2	6.67
10	*Sylvilagus yucatanicus*	Conejo Yucateco	8	26.67
Total			30	100.00

Listado taxonómico de la mastofauna

A continuación, se presenta la tabla de la lista de mastofauna que se encontraron dentro del área del proyecto.

Tabla IV.91. Lista taxonómica de la mastofauna.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES
1	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	****	LC	****
2	Erethizontidae	*Coendou mexicanus*	Puercoespín tropical	A	LC	Ap. III
3	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	****	LC	****
4	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache sureño	****	LC	****
5	Geomyidae	*Heterogeomys hispidus*	Tuza crespa	****	LC	****
6	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	****	LC	****
7	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	****	LC	****
8	Muridae	*Rattus rattus*	Rata negra	****	****	****
9	Cricetidae	*Sigmodon toltecus*	Rata algodonera	****	LC	****
10	Leporidae	*Sylvilagus yucatanicus*	Conejo yucateco	****	****	****

CITES: Apéndice I (CT. I), Apéndice II (CT. II), Apéndice III (CT. III). NOM-059: Amenazada (A), En Peligro (P), Extinta (E) Sujeta a Protección Especial (Pr). UICN: Casi amenazado (NT), Datos insuficientes (DD), En Peligro (EN), En peligro crítico (CR), Extinto (EX), Extinto en estado silvestre (EW), Preocupación menor (LC), Vulnerable (VU).

Especies en la NOM-059 SEMARNAT 2010

Del listado taxonómico de las especies encontradas se procedió a consultar la NOM-059-SEMARNAT-2010 para verificar si alguna de las especies existentes en el área del proyecto, está tipificada en algún estatus de conservación. Se registró una especie considerada en la categoría de riesgo como Amenazada (A) de acuerdo con la NOM, *Coendou mexicanus.*

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Riqueza de especies

Se registraron 10 especies de mamíferos a lo largo del área correspondiente al proyecto, de las cuales la especie presenta una abundancia mayor con registros de 8 avistamientos: *Sylvilagus yucatanicus*, sin embargo, dentro de los límites de este proyecto ninguna se cataloga como abundante.

Índice de Shannon-Wiener

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos en cuanto a los indicadores de diversidad de Índice de Shannon-Wiener.

Tabla IV.92. Índice de Shannon-Wiener para la mastofauna.

No	Nombre científico	Abundancia	Pi	LN Pi	Pi*LNPi	Pi2	Pi*log2Pi
1	*Canis latrans*	2	0.0667	2.7081	0.1805	0.0044	-0.2605
2	*Coendou mexicanus*	2	0.0667	2.7081	0.1805	0.0044	-0.2605
3	*Dicotyles tajacu*	2	0.0667	2.7081	0.1805	0.0044	-0.2605
4	*Didelphis marsupialis*	2	0.0667	2.7081	0.1805	0.0044	-0.2605
5	*Heterogeomys hispidus*	3	0.1000	2.3026	0.2303	0.0100	-0.3322
6	*Odocoileus virginianus*	5	0.1667	1.7918	0.2986	0.0278	-0.4308
7	*Procyon lotor*	2	0.0667	2.7081	0.1805	0.0044	-0.2605
8	*Rattus rattus*	2	0.0667	2.7081	0.1805	0.0044	-0.2605
9	*Sigmodon toltecus*	2	0.0667	2.7081	0.1805	0.0044	-0.2605
10	*Sylvilagus yucatanicus*	8	0.2667	1.3218	0.3525	0.0711	-0.5085
Total		30					

Tabla IV.93. Parámetros asociados al índice de Shannon-Wiener para la mastofauna.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comunidad)	10
H'= Índice obtenido	3.0947
Hmax = LN (S)	3.3219
H'/Hmax = Equiparabilidad (J)	0.9316
Hmax - H calculada	0.2271

Discusión y conclusiones

El muestreo realizado en el Área del Proyecto (AP) registró una comunidad compuesta por 10 especies y una abundancia total de 30 individuos.

Índice de Shannon-Wiener (H' = 3.0947), este valor se considera alto para el grupo de los mamíferos. Indica que el ecosistema forestal en el AP posee una complejidad estructural suficiente para albergar una variedad de nichos ecológicos. Según Magurran (2004), valores superiores a 3 en este índice son reflejo de comunidades bióticas sanas y bien establecidas. En cuanto a la Equitatividad (J = 0.9316), al acercarse a la unidad (1.0),

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

demuestra que la abundancia de las especies es altamente uniforme. No existe una dominancia absoluta de especies oportunistas, lo que sugiere un equilibrio ecológico donde especies como el puercoespín (Coendou mexicanus), el venado (Odocoileus virginianus) y el pecarí (Dicotyles tajacu) coexisten sin que una desplace a las otras.

Interpretación de la Brecha de Diversidad (Hmáx - H = 0.2271), la mínima diferencia entre la diversidad máxima potencial (Hmáx = 3.3219) y la calculada confirma que el muestreo capturó casi la totalidad de la diversidad esperada para ese tipo de hábitat.

La presencia significativa de Coendou mexicanus (Puercoespín tropical) resalta la importancia de conservar la estructura vertical (selva mediana) para mamíferos arborícolas. Especies como el venado cola blanca y el conejo de Yucatán (Sylvilagus yucatanicus) dependen directamente de la densidad de especies como Bromelia pinguin y Bunchosia swartziana identificadas anteriormente para forraje y refugio.

Es de importancia mencionar que estas especies por su tipo de locomoción tienen la capacidad de moverse por lo que el desarrollo del Proyecto no representa un riesgo considerable para estas, debido que se dispersan al percatarse de la presencia humana hacia el área del proyecto. Aunado a esto se propone un programa de rescate y reubicación antes y después de la obra, así como el monitoreo de las especies para poder evaluar que sus poblaciones se mantengan estables.

El procedimiento de cálculo de la Abundancia Relativa y el Índice de Shannon-Wiener, se presenta en: el Anexo I. Diversidad FAUNA, se presenta el procedimiento de cálculo de la Abundancia Relativa y el Índice de Shannon-Wiener.

Los indicadores bióticos (H' y J) concluyen que el AP mantiene una integridad funcional elevada. La alta equitatividad (0.93) es prueba de que el área no ha sufrido perturbaciones recientes severas, funcionando como un refugio de fauna de alta calidad dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR). El Cambio de Uso de Suelo provocará la fragmentación de este núcleo de alta diversidad. Debido a la presencia de especies con movilidad restringida (como Heterogeomys hispidus y Coendou mexicanus), el impacto será directo sobre la supervivencia local, el cual será cubierto por la ejecución de un programa de rescate y reubicación de especies.

Quirópteros (mamíferos voladores)

Resultado de la suficiencia de muestreo y diversidad para Quirópteros

Los mamíferos terrestres analizados anteriormente (venados, pecaríes, conejos) se detectan mediante cámaras trampa, huellas o transectos visuales. Sin embargo, los quirópteros requieren métodos especializados como redes de niebla o detectores ultrasónicos. Incluirlos en la misma tabla de abundancia que un venado sesgaría los índices

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

de diversidad, ya que la probabilidad de captura y el esfuerzo de muestreo son incomparables.

Los murciélagos representan casi el 30% de la mastofauna en México. Al analizarlos por separado, podemos evaluar servicios ecosistémicos específicos que los mamíferos terrestres no proveen:

Polinización: Esencial para especies arbóreas como el Ceiba pentandra.

Dispersión de semillas: Crucial para la regeneración de la selva (especies pioneras).

Control de plagas: Los insectívoros regulan poblaciones de insectos que podrían afectar la salud forestal del predio.

A diferencia de un roedor o un marsupial, los murciélagos tienen una alta movilidad. Su presencia en el Área del Proyecto (AP) indica que el sitio forma parte de un corredor aéreo biológico. Un análisis separado permite identificar si el proyecto afectará rutas de vuelo o sitios de pernocta (cuevas o follaje denso de palmas).

Con base en lo anterior, se analizan por separado para evitar subestimar la diversidad de mamíferos pequeños y para dar cumplimiento a los protocolos de inventario que exigen métodos específicos para voladores.

La memoria de cálculo para llegar a la curva de acumulación de especies para Quirópteros a nivel del área del proyecto se agregó al Anexo IV.3.

Método no paramétrico: Curvas de acumulación de especies

Sabiendo que la fauna está compuesta por grandes grupos con dinámicas diferentes, se prosiguió a realizar las curvas de acumulación por grupo. Se tomó como punto inicial la base de datos construida con los datos del muestreo realizado a nivel área del proyecto para los quirópteros. A continuación, se presenta una tabla de doble entrada, donde las filas corresponden a las especies encontradas y las columnas a los días muestreados. Esta matriz contiene datos de abundancia, ya que la curva de acumulación únicamente representa la adición de especies, independientemente del número de individuos que aporten.

Tabla IV.94. Matriz de frecuencias de especies por día de Quirópteros en el área del proyecto.

No	Nombre científico	Frecuencia de especies por día muestreado			
		1	2	3	4
1	*Artibeus jamaicensis*	10	6	0	0
2	*Carollia perspicillata*	3	2	0	0
3	*Glossophaga soricina*	2	1	0	0
4	*Molossus rufus*	0	0	1	1
5	*Pteronotus parnellii*	0	0	1	1
6	*Sturnira lilium*	1	0	1	0

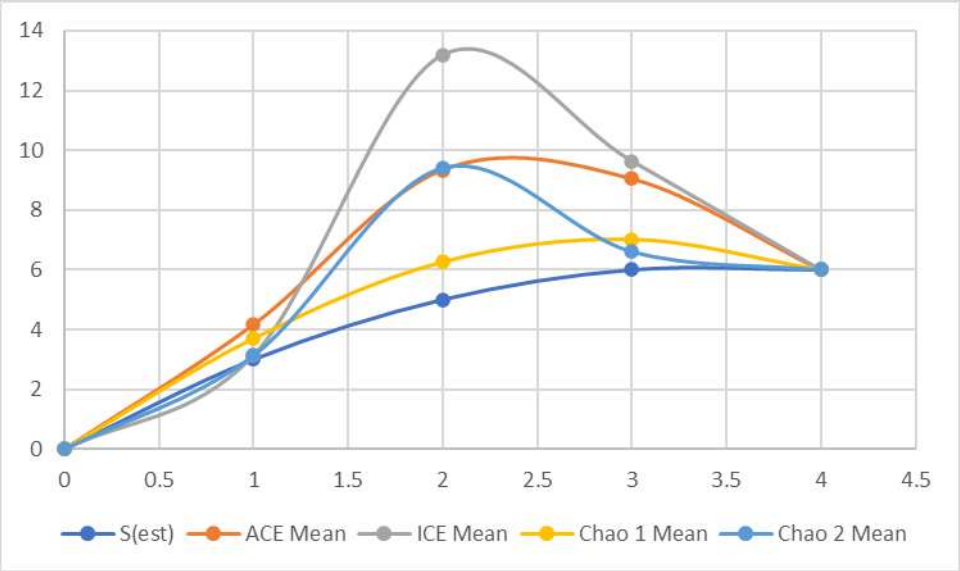
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.95. Estimadores de suficiencia del muestreo de quirópteros del área del proyecto.

Días	Spp. Registradas	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2
1	3	4.16	3.13	3.7	3.13
2	5	9.34	13.17	6.26	9.41
3	6	9.05	9.64	7.02	6.62
4	6	6	6	6	6
Certeza de riqueza (%)		100	100	100	100

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Figura IV.64. Curva de Acumulación de Especies de Quirópteros en el área de proyecto.



Interpretación de los resultados de los estimadores no paramétricos

Los estimadores ACE, ICE, Chao 1, Chao 2 calculan encontrar 6 especies, en los 4 días muestreados del área del proyecto para quirópteros del proyecto se obtuvieron 6 especies. Con base en lo anterior, podemos concluir que contamos con el 100% de certeza de riqueza según los resultados de los estimadores no paramétricos representados en la gráfica presentada, además, el muestreo realizado en el área de proyecto para el grupo de quirópteros es estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

En la tabla y en la gráfica anterior, podemos observar que a partir del día 4 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a ser asintótica. Es decir, después de esta cantidad de días la representatividad tiende a estabilizarse y representatividad del 100 %.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Abundancia relativa de los Quirópteros

En las siguientes tablas se muestra la abundancia relativa del grupo de Quirópteros que se registraron dentro del área del proyecto.

Tabla IV.96. Abundancia Relativa para el grupo de quirópteros.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia Absoluta	AR (%)
1	Artibeus jamaicensis	Murciélago frutívoro de Jamaica	16	53.33
2	Carollia perspicillata	Murciélago cola corta de Sebas	5	16.67
3	Glossophaga soricina	Murciélago lengüetón	3	10.00
4	Molossus rufus	Murciélago mastín negro	2	6.67
5	Pteronotus parnellii	Murciélago-bigotudo de Parnell	2	6.67
6	Sturnira lilium	Frutero Común	2	6.67
Total			30	100.00

Listado taxonómico de los quirópteros

A continuación, se presenta la tabla de la lista de Quirópteros que se encontraron dentro del área del proyecto, así como también dentro de las mismas se puntualiza si se encuentran o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.97. Lista taxonómica de la herpetofauna.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES
1	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutívoro de Jamaica	****	LC	****
2	Phyllostomidae	*Carollia perspicillata*	Murciélago cola corta de Sebas	****	LC	****
3	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélado lengüeton	****	LC	****
4	Molossidae	*Molossus rufus*	Murciélago mastín negro	****	****	****
5	Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago bigotudo de Parnell	****	LC	****
6	Phyllostomidae	*Sturnira lilium*	Frutero común	****	LC	****

CITES: Apéndice I (CT. I), Apéndice II (CT. II), Apéndice III (CT. III). NOM-059: Amenazada (A), En Peligro (P), Extinta (E) Sujeta a Protección Especial (Pr). UICN: Casi amenazado (NT), Datos insuficientes (DD), En Peligro (EN), En peligro crítico (CR), Extinto (EX), Extinto en estado silvestre (EW), Preocupación menor (LC), Vulnerable (VU).

Especies en la NOM-059 SEMARNAT

Del listado taxonómico de las especies encontradas, se procedió a consultar la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como el anexo normativo III, para verificar si alguna de las especies existentes en el área de proyecto, está tipificada en algún estatus de conservación; no se registraron especies que se encuentren listadas en la mencionada Norma Oficial bajo la categoría de protección.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Riqueza de especies

La riqueza de especies para el área del proyecto es de 6 especies, la más abundante fue Artibeus jamaicensis con 16 individuos.

Índice de Shannon-Wiener

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos en cuanto a los indicadores de diversidad de Índice de Shannon-Wiener para la metodología de puntos de conteo de quirópteros.

Tabla IV.98. Índice de Shannon-Wiener para el grupo de quirópteros.

No	Nombre científico	Abundancia	Pi	LN Pi	Pi*LNPi	Pi2	Pi*log2Pi
1	*Artibeus jamaicensis*	16	0.5333	0.6286	0.3353	0.2844	-0.4837
2	*Carollia perspicillata*	5	0.1667	1.7918	0.2986	0.0278	-0.4308
3	*Glossophaga soricina*	3	0.1000	2.3026	0.2303	0.0100	-0.3322
4	*Molossus rufus*	2	0.0667	2.7081	0.1805	0.0044	-0.2605
5	*Pteronotus parnellii*	2	0.0667	2.7081	0.1805	0.0044	-0.2605
6	*Sturnira lilium*	2	0.0667	2.7081	0.1805	0.0044	-0.2605
Total		30					

Tabla IV.99. Parámetros asociados al Índice de Shannon-Wiener para quirópteros.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comunidad)	6
H'= Índice obtenido	2.0281
Hmax = LN(S)	2.5850
H'/Hmax = Equiparabilidad (J)	0.7846
Hmax - H calculada	0.5569

Discusión y conclusiones

El inventario de quirópteros, compuesto por 6 especies y 30 individuos, presenta una estructura de comunidad con características específicas.

El valor de diversidad obtenido para el grupo (H' = 2.0281) se considera medio-alto para murciélagos en áreas de selva mediana. Refleja un sistema que, aunque rico en especies, está influenciado por la abundancia dominante de Artibeus jamaicensis (más del 50% de la muestra). La Equitatividad (J=0.7846), a diferencia de la herpetofauna (0.97), los quirópteros muestran una equitatividad moderada. Esto es un indicador biológico positivo de la funcionalidad del sitio, ya que la dominancia de frugívoros generalistas (como Artibeus y Carollia) es común en selvas con alta disponibilidad de alimento (frutos), actuando como motores de la regeneración natural.

La brecha de diversidad (Hmáx-H= 0.5569) es mayor que en otros grupos, lo cual es normal en quirópteros debido a la alta variabilidad en su captura. Sin embargo, el valor de Hmáx (2.5850) confirma que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar el núcleo de la comunidad voladora.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Herpetofauna

Resultado de la suficiencia de muestreo y diversidad para la herpetofauna

La memoria de cálculo para llegar a la curva de acumulación de especies para la herpetofauna a nivel del área del proyecto, se agregó al Anexo IV.3.

Método no paramétrico: Curvas de acumulación de especies

Sabiendo que la fauna está compuesta por grandes grupos con dinámicas diferentes, se prosiguió a realizar las curvas de acumulación por grupo. Se tomó como punto inicial la base de datos construida con los datos del muestreo realizado a nivel área del proyecto para la herpetofauna. A continuación, se presenta una tabla de doble entrada, donde las filas corresponden a las especies encontradas y las columnas a los días muestreados. Esta matriz contiene datos de abundancia, ya que la curva de acumulación únicamente representa la adición de especies, independientemente del número de individuos que aporten.

Tabla IV.100. Matriz de frecuencias de especies por día de Herpetofauna en el área del proyecto.

No	Nombre científico	Frecuencia de especies por día muestreado			
		1	2	3	4
1	*Anolis rodriguezii*	1	1	0	1
2	*Anolis ustus*	0	0	1	1
3	*Basiliscus vittatus*	1	0	0	2
4	*Coleonyx elegans*	1	0	1	0
5	*Ctenosaura similis*	2	0	2	1
6	*Holcosus undulatus*	0	1	0	1
7	*Incilius valliceps*	1	0	1	0
8	*Leptodeira frenata*	0	1	0	1
9	*Trachycephalus vermiculatus*	1	1	0	0

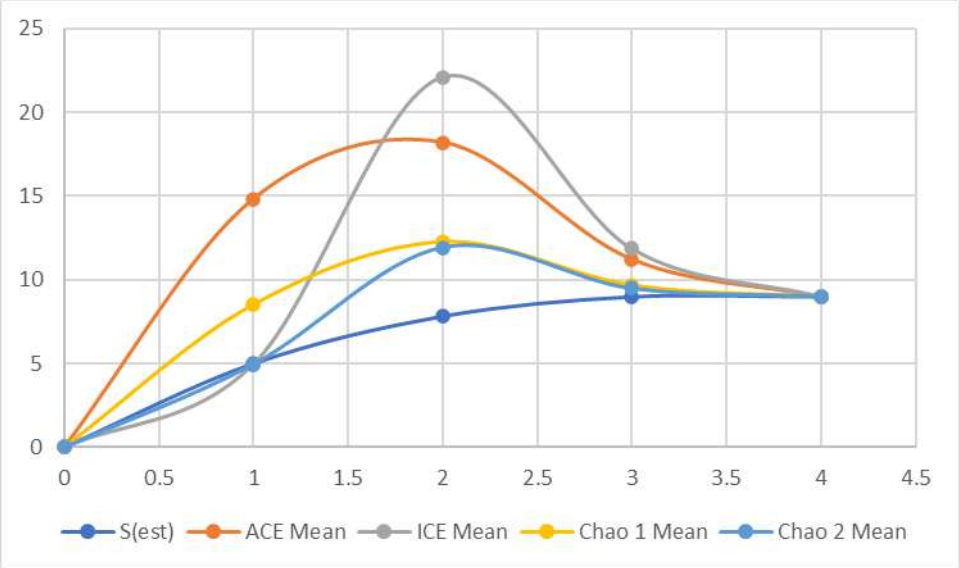
Tabla IV.101. Estimadores de suficiencia del muestreo de herpetofauna del área del proyecto.

Días	Spp. Registradas	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2
1	5	14.81	4.95	8.54	4.95
2	7.83	18.2	22.1	12.3	11.93
3	9	11.23	11.87	9.71	9.49
4	9	9	9	9	9
Certeza de riqueza (%)		100	100	100	100

Los valores de estos estimadores se presentan de forma gráfica en la siguiente figura, donde podemos apreciar la curva de acumulación de especies obtenida.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura IV.65. Curva de Acumulación de Especies de herpetofauna en el área de proyecto.



Interpretación de los resultados de los estimadores no paramétricos

Los estimadores ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, Jack 1 calculan encontrar 9 especies, en los 4 días muestreados del área del proyecto para la herpetofauna del proyecto se obtuvieron 9 especies. Con base en lo anterior, podemos concluir que contamos con el 100 % de certeza de riqueza según los resultados de los estimadores no paramétricos representados en la gráfica presentada, además, el muestreo realizado en el área de proyecto para el grupo de herpetofauna es estadísticamente suficiente y representativo, con lo que se puede estimar la riqueza, abundancia, índice de diversidad, etcétera.

En la tabla y en la gráfica anterior, podemos observar que a partir del día 4 aproximadamente, la curva de acumulación tiende a ser asintótica. Es decir, después de esta cantidad de días la representatividad tiende a estabilizarse y representatividad del 100 %.

Abundancia relativa de la Herpetofauna

En las siguientes tablas se muestra la abundancia relativa del grupo de Herpetofauna que se registraron dentro del área del proyecto.

Tabla IV.102. Abundancia Relativa para el grupo de herpetofauna.

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia Absoluta	AR (%)
1	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso del sureste	3	13.04
2	*Anolis ustus*	Abaniquillo de Yucatán	2	8.70
3	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	3	13.04
4	*Coleonyx elegans*	Geco yucateco de bandas	2	8.70

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

No	Nombre científico	Nombre común	Abundancia Absoluta	AR (%)
5	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	5	21.74
6	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	2	8.70
7	*Incilius valliceps*	Sapo costero	2	8.70
8	*Leptodeira frenata*	Culebra ojo de gato de selva	2	8.70
9	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana Arborícola Vermiculada	2	8.70
Total			23	100.00

Listado taxonómico de la herpetofauna

A continuación, se presenta la tabla de la lista de Herpetofauna que se encontraron dentro del área del proyecto, así como también dentro de las mismas se puntualiza si se encuentran o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.103. Lista taxonómica de la herpetofauna.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES
1	Anolidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis liso del sureste	****	LC	****
2	Anolidae	*Anolis ustus*	Abaniquillo de Yucatán	****	****	****
3	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	****	LC	****
4	Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Geco yucateco de bandas	A	LC	****
5	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	LC	Ap. II
6	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	****	LC	****
7	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	****	LC	****
8	Dipsadidae	*Leptodeira frenata*	Culebra ojo de gato de selva	****	LC	****
9	Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana Arborícola Vermiculada	****	LC	****

CITES: Apéndice I (CT. I), Apéndice II (CT. II), Apéndice III (CT. III). NOM-059: Amenazada (A), En Peligro (P), Extinta (E) Sujeta a Protección Especial (Pr). UICN: Casi amenazado (NT), Datos insuficientes (DD), En Peligro (EN), En peligro crítico (CR), Extinto (EX), Extinto en estado silvestre (EW), Preocupación menor (LC), Vulnerable (VU).

Especies en la NOM-059 SEMARNAT

Del listado taxonómico de las especies encontradas, se procedió a consultar la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como el anexo normativo III, para verificar si alguna de las especies existentes en el área de proyecto, está tipificada en algún estatus de conservación; se registraron dos especies que se encuentren listadas en la mencionada Norma Oficial bajo la categoría de Amenazada (A), *Coleonyx elegans* y *Ctenosaura similis*.

Riqueza de especies

La riqueza de especies para el área del proyecto es de 9 especies, la más abundante fue *Ctenosaura similis* con 5 individuos. Cabe destacar que todas las especies del grupo de herpetofauna están consideradas en el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Índice de Shannon-Wiener

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos en cuanto a los indicadores de diversidad de Índice de Shannon-Wiener para la metodología de puntos de conteo de herpetofauna.

Tabla IV.104. Índice de Shannon-Wiener para el grupo de herpetofauna.

No	Nombre científico	Abundancia	Pi	LN Pi	Pi*LNPi	Pi2	Pi*log2Pi
1	Anolis rodriguezii	3	0.1304	2.0369	0.2657	0.0170	-0.3833
2	Anolis ustus	2	0.0870	2.4423	0.2124	0.0076	-0.3064
3	Basiliscus vittatus	3	0.1304	2.0369	0.2657	0.0170	-0.3833
4	Coleonyx elegans	2	0.0870	2.4423	0.2124	0.0076	-0.3064
5	Ctenosaura similis	5	0.2174	1.5261	0.3318	0.0473	-0.4786
6	Holcosus undulatus	2	0.0870	2.4423	0.2124	0.0076	-0.3064
7	Incilius valliceps	2	0.0870	2.4423	0.2124	0.0076	-0.3064
8	Leptodeira frenata	2	0.0870	2.4423	0.2124	0.0076	-0.3064
9	Trachycephalus vermiculatus	2	0.0870	2.4423	0.2124	0.0076	-0.3064
Total		23					

Tabla IV.105. Parámetros asociados al Índice de Shannon-Wiener para la herpetofauna.

Parámetro	Valor
S (Número de especies en la comunidad)	9
H'= Índice obtenido	3.0836
Hmax = LN(S)	3.1699
H'/Hmax = Equiparabilidad (J)	0.9728
Hmax - H calculada	0.0863

Discusión y conclusiones

En el área del proyecto se registraron 9 especies, dentro de 8 familias, 8 géneros y 2 órdenes. En cuanto al índice de Shannon-Wiener el valor en el área solicitada para el área de proyecto fue de 3.0836, es significativamente alto para la herpetofauna. En cuanto a la Equitatividad (J = 0.9728), el parámetro es fundamental, al ser casi cercano a la unidad (1.0), confirma que la abundancia entre las especies es prácticamente uniforme. No existe una dominancia de especies oportunistas o generalistas; por el contrario, la comunidad se encuentra en un estado de equilibrio biótico donde todas las poblaciones registradas (desde Coleonyx elegans hasta Leptodeira frenata) mantienen una presencia proporcional en el hábitat.

Eficiencia del Muestreo (Hmáx - H = 0.0863), donde la brecha entre la diversidad máxima potencial y la observada es mínima (menor a 0.1). Esto estadísticamente valida que el inventario realizado es altamente representativo de la realidad del sitio. Una diferencia tan baja sugiere que, dadas las condiciones del muestreo, se capturó casi la totalidad de la diversidad teórica esperada, lo que otorga certidumbre técnica al estudio. La alta

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

equitatividad (0.97) refleja que los estratos previamente analizados (arbóreo, arbustivo y herbáceo) funcionan como una unidad integrada. La uniformidad en la herpetofauna sugiere que no hay parches de degradación severa dentro del predio, permitiendo que especies con requerimientos específicos (como la rana arbórea *Trachycephalus vermiculatus* en el dosel o el gecko Coleonyx elegans en el suelo) prosperen de manera similar.

B) ÁREA DE INFLUENCIA

C) SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

IV.3.2.3.3. Revisión bibliográfica

Con el objetivo de presentar información disponible acerca de la diversidad presente en el **SAR** en donde se considere a las especies presentes en las diferentes temporadas del año, es decir, aquellas migratorias o dependientes de humedad, se realizó una revisión bibliográfica de fauna con registros en la zona en la que se ubican el **SAR, AI** y **AP**, para lo cual se consultaron registros de la base de datos de la plataforma del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB)[9] de **CONABIO**; estas bases de datos incluyen información a nivel nacional e internacional, concentra todos los registros provenientes de colecciones científicas y cuenta con registros georreferenciados. Se han integrado al **SNIB**, hasta agosto de 2024, los resultados de 994 proyectos que dieron origen a 1,177 bases de datos. En este sentido, el primer paso fue hacer un filtro para descartar aquellos registros anteriores a 2010, con el objetivo de reportar datos más recientes, así mismo se descartaron registros no validados, taxones extintos, sin coordenadas o sin identificar.

De esta forma se obtuvieron 138 especies en el **SAR**, de las cuales 3 son anfibios, 121 son aves, 4 son mamíferos y 10 son reptiles.

Tabla IV.106. Riqueza de especies registradas bibliográficamente.

Clase	Riqueza
Amphibia	3
Aves	121
Mammalia	4
Reptilia	10
Total	138

[9] https://www.snib.mx/

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En las siguientes tablas se presenta el listado de las especies registradas. De dicho listado bibliográfico destaca el registro de 14 especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 7 especies cuasiendémicas o semiendémicas, aunque también se tiene el registro de 3 especies exóticas invasoras. En la Lista Roja de la **IUCN** la mayoría se encuentran en la categoría de Preocupación Menor, sólo 3 se localizaron como Casi Amenazada (NT).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.107. Listado bibliográfico de especies de fauna registradas en el SAR, AI y AP.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059	Distribución	Ambiente	Categoria residencia aves
Amphibia	Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Muuch (Maya)	-	LC	-	N	D; T	-
Amphibia	Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Otac (Seri)	-	LC	-	N	D; T	-
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Muuch (Maya)	-	LC	-	N	D; T	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	II	LC	-	N	T	R
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	II	LC	-	N	T	R
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla cola blanca	II	LC	Pr	N	T	R
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilan caracolero	II	LC	Pr	N	D; T	R
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	II	LC	-	N	T	R
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije ala blanca	III	LC	-	N	D	R
Aves	Apodiformes	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	-	LC	-	N	T	R; T
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibri canela	II	LC	-	N	T	R
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibri vientre canelo	II	LC	-	Cuasiend	T	R
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Anthracothorax prevostii*	Colibri garganta negra	II	LC	-	N	T	R; MI; MV
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibri garganta rubi	II	LC	-	N	T	MI; T
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Chlorestes candida*	Colibri candido	II	LC	-	N	T	R; MI
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus canivetii*	Esmeralda oriental	II	LC	-	N	T	R
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	LC	-	N	T	R
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote comun	-	LC	-	N	T	R
Aves	Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	-	LC	-	N	D	R
Aves	Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Candelero americano	-	-	-	N	D	R; MI
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	-	LC	-	N	D; M; S	MI
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma domestica	-	LC	-	Ex-In	T	R
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina minuta*	Tortolita pecho liso	-	LC	-	N	T	R
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita pico corto	-	LC	-	N	T	R
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita canela	-	LC	-	N	T	R
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	-	LC	-	N	T	R
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	-	LC	-	N	T	R
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	-	LC	-	Ex-In	T	R
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	-	LC	-	N	T	R; MI

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059	Distribución	Ambiente	Categoria residencia aves
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota comun	-	LC	-	N	T	R; MI
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martin pescador norteño	-	LC	-	N	D	MI
Aves	Coraciiformes	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto ceja azul	-	LC	-	N	T	R
Aves	Coraciiformes	Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto corona negra	-	LC	-	N	T	R
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	-	LC	-	N	T	R
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canela	-	LC	-	N	T	R
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus cheriway*	Caracara quebrantahuesos	II	LC	-	N	T	R
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco femoralis*	Halcon fajado	II	LC	A	N	T	R
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernicalo americano	II	LC	-	N	T	R; MI
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcon guaco	II	LC	-	N	T	R
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcon selvatico de collar	II	LC	Pr	N	T	R
Aves	Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca oriental	III	LC	-	N	T	R
Aves	Galliformes	Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca	-	LC	-	Cuasiend	T	R
Aves	Gruiformes	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao	-	LC	A	N	D	R
Aves	Nyctibiiformes	Nyctibiidae	*Nyctibius jamaicensis*	Pajaro estaca	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	-	LC	-	N	T	R; MI; MV
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorin sietecolores	-	LC	Pr	N	T	MI; MV
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorin azul	-	LC	-	N	T	MI
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	-	LC	-	N	T	MI; T
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga ludoviciana*	Piranga capucha roja	-	LC	-	N	T	MI
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	-	LC	-	N	T	MI; MV
Aves	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax morio*	Chara papan	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	-	LC	-	Cuasiend	T	R
Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina alas aserradas	-	LC	-	N	T	R; MI
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	-	LC	-	N	D; T	R; MI
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique pico claro	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus auratus*	Bolsero yucateco	-	LC	-	Cuasiend	T	R
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	-	LC	-	Semiend	T	R; MI; MV

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059	Distribución	Ambiente	Categoria residencia aves
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de Altamira	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus mesomelas*	Bolsero cola amarilla	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus spurius*	Bolsero castaño	-	LC	-	N	T	MI; MV
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	-	LC	-	N	T	R; MV
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile	-	NT	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Icteriidae	*Icteria virens*	Buscabreña	-	LC	-	N	T	MI; MV
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	-	LC	-	N	T	MI
Aves	Passeriformes	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle tropical	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita comun	-	LC	-	N	D; T	R; MI
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	-	LC	-	N	T	MI
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe pecho manchado	-	LC	-	N	T	MI
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	-	LC	-	N	T	MI
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	-	LC	-	N	T	MI
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de magnolias	-	LC	-	N	T	MI
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	-	LC	-	N	T	R; MI; MV; T
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops chloronotus*	Rascador dorso verde	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador olivaceo	-	LC	-	Cuasiend	T	R
Aves	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	-	LC	-	N	T	R; MI
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Batara barrado	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Picurero cabeza negra	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Saltator grandis*	-	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de collar	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis abbas*	Tangara alas amarillas	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgris	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero olivaceo	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezon degollado	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarada	-	LC	-	N	T	R

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059	Distribución	Ambiente	Categoria residencia aves
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Chivirin moteado	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo cafe	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Attila spadiceus*	Atila	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cinereus*	Papamoscas tropical	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Mosquero mimimo	-	LC	-	N	T	MI
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	-	LC	-	N	T	R; MI
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tolmomyias sulphurescens*	Mosquerito ojos blancos	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano cuir	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano melancolico	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus savana*	Tirano tijereta gris	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro	-	LC	-	N	T	T
Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireon ceja rufa	-	LC	-	N	T	R
Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo flavifrons*	Vireo garganta amarilla	-	LC	-	N	T	MI
Aves	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo ojos blancos	-	LC	-	N	T	R; MI
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-	LC	-	N	D	R; MI
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza ganadera	-	LC	-	Ex-In	D	R; MI
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta verde	-	LC	-	N	D	R; MI
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza nocturna corona clara	-	LC	-	N	D	R; MI
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	-	LC	-	N	D	R; MI
Aves	Piciformes	Picidae	*Colaptes rubiginosus*	Carpintero olivo	-	LC	-	N	T	R
Aves	Piciformes	Picidae	*Dryobates fumigatus*	Carpintero cafe	-	LC	-	N	T	R
Aves	Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	-	LC	-	N	T	R
Aves	Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	-	LC	-	N	T	R
Aves	Piciformes	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	-	LC	-	Cuasiend	T	R
Aves	Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo collarejo	-	LC	Pr	N	T	R

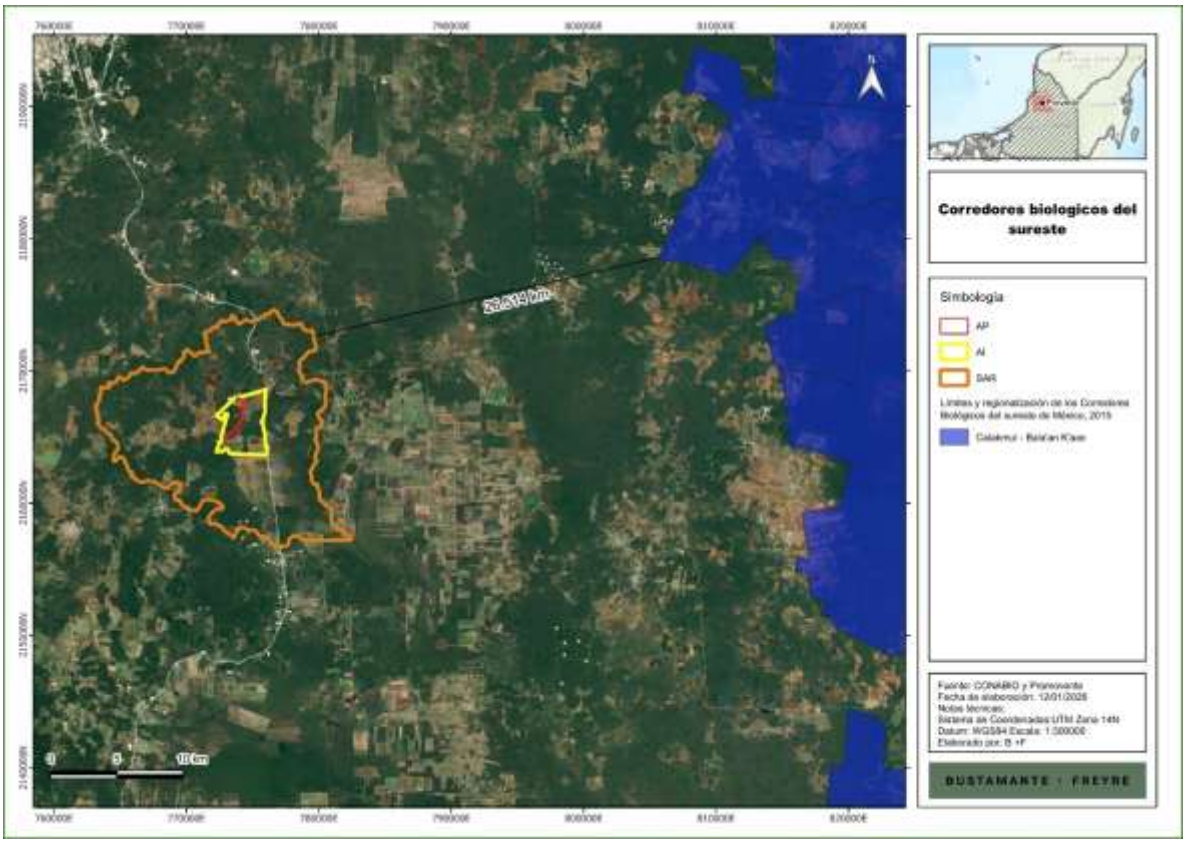
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	CITES	IUCN	NOM-059	Distribución	Ambiente	Categoria residencia aves
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	II	LC	Pr	N	T	R
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	II	-	Pr	N	T	R
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	II	LC	-	N	T	R
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Megascops guatemalae*	Tecolote sapo	II	LC	-	N	T	R
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamu canelo	-	LC	Pr	N	T	R
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa cabeza negra	-	LC	-	N	T	R
Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles crassus*	Pecari de collar del sur	II	LC	-	N	T	-
Mammalia	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Châ€™amac (Maya)	-	LC	-	N	T	-
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murcielago frutero	-	LC	-	N	T	-
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murcielago	-	LC	-	N	T	-
Reptilia	Squamata	Anolidae	*Anolis rodriguezii*	Abaniquillo chipojo	-	LC	-	N	T	-
Reptilia	Squamata	Anolidae	*Anolis ustus*	-	-	-	-	N	T	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Drymarchon melanurus*	Arroyera	-	LC	-	N	T	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Corredora moteada	-	LC	-	N	T	-
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra lagartijera comun	-	LC	-	N	T	-
Reptilia	Squamata	Dipsadidae	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras	-	LC	-	N	T	-
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana espinosa rayada	II	LC	A	N	T	-
Reptilia	Testudines	Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Mojina	II	NT	A	N	D; T	-
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	*Claudius angustatus*	Chopontil	II	NT	P	N	D; T	-
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon cruentatum*	-	II	-	Pr	N	D; T	-

NOM-059		Categoría Lista Roja IUCN		Categoría de residencia (aves)		Ambiente		Distribución	
A	Amenazada	LC	Preocupación menor	R	Residente	T	Terrestre	Cuasiend	Cuasiendémica
Pr	Sujeta a protección especial	NT	Casi amenazada	MI	Migratoria de invierno	D	Dulceacuícola	Semiend	Semiendémica
P	En peligro de extinción			T	Transitoria	M	Marino	End	Endémica
				MV	Migratoria de verano	S	Salobre	Ex	Exotica
								N	Nativa
								In	Invasora

IV.3.2.3.4. Corredores biológicos

Los principales corredores biológicos en el sureste mexicano forman parte del Corredor Biológico Mesoamericano y se enfocan en conectar áreas naturales protegidas para asegurar la conectividad de especies y promover el desarrollo sustentable. De acuerdo con la cartografía de Límites y regionalización de los Corredores Biológicos del sureste de México (CONABIO, 2015), se observa que el **SAR**, **AI** y **AP** se encuentran fuera de los corredores biológicos del sureste mexicano, como se muestra en la siguiente figura:

Figura IV.66. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a corredores biológicos.



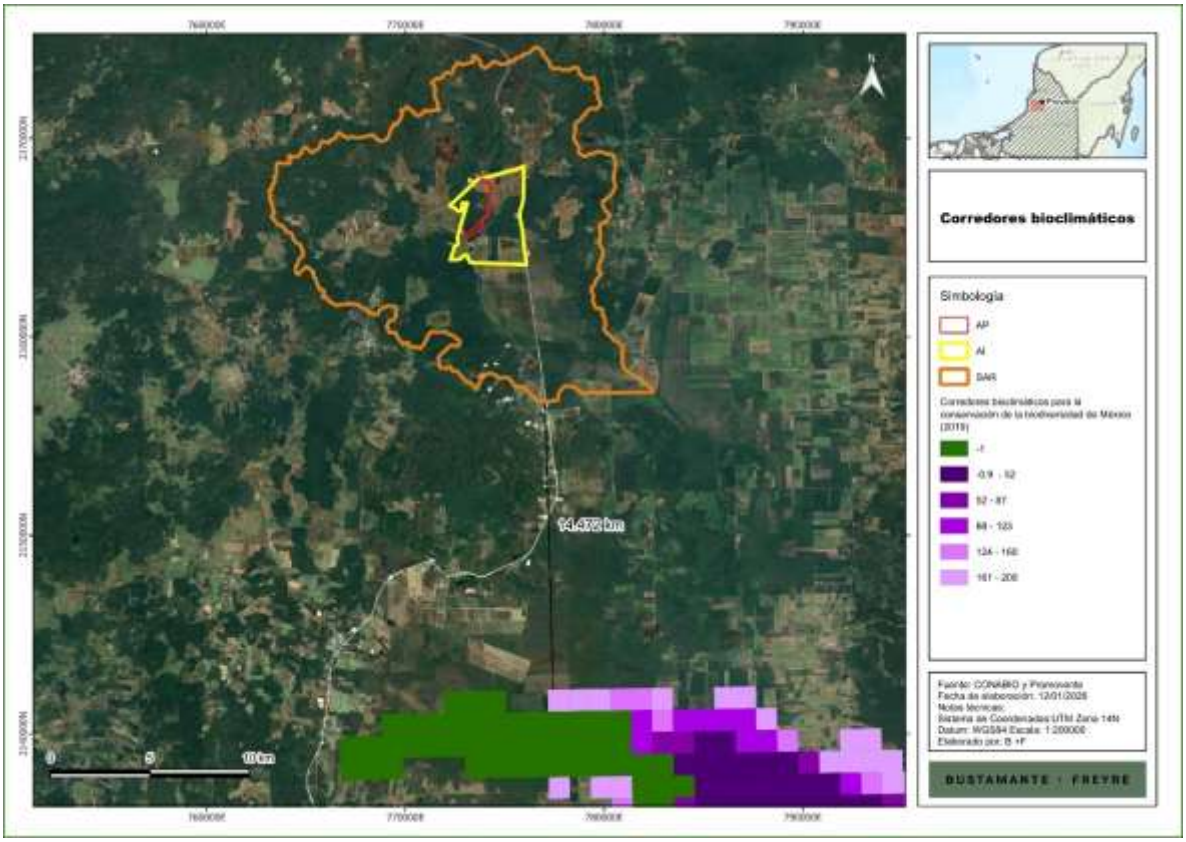
Por otro lado, también se consultó la cartografía de Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad, cartografía de CONABIO.CONANP.PNUD (2019), cuyo propósito es identificar corredores climáticos entre fragmentos de vegetación nativa en mejor estado de conservación usando como variable climática a la evapotranspiración reciente (1980-2009). En el marco de colaboración de la **CONABIO** con el proyecto GEF-Resiliencia, se identificaron las rutas de 'menor costo', es decir, aquellas que consideran el gradiente climático (variación en la variable climática por unidad de distancia), el impacto humano y la distancia euclidiana entre fragmentos de vegetación nativa (en estado de conservación primario, que aparentemente tienen menor grado de impacto o deterioro). El

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

modelo de conectividad incorpora el impacto humano por medio de un modelo de resistencia como un indicador del costo de desplazamiento, así como a la evapotranspiración para un periodo reciente (1980-2009) como variable climática que integra temperatura y humedad, para evitar desviaciones extremas en el clima a lo largo de la ruta propuesta. Se identificaron 4,504 corredores de menor costo. En el norte del país se presenta el menor número de corredores dado que existe un menor número de fragmentos de vegetación nativa a conectar y la superficie de vegetación primaria continua es mayor, mientras que en el centro y sur del país la fragmentación del paisaje es mayor y por ende incrementa el número de fragmentos y de corredores de menor costo que conectan los fragmentos de vegetación nativa.

La ubicación del **SAR, AI y AP** con respecto a estos corredores se muestra en la siguiente figura, en donde se observa que, no se tiene incidencia en estas áreas.

Figura IV.67. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a corredores bioclimáticos.



IV.3.3. Medio socioeconómico

En este apartado se presenta la descripción y análisis del medio socioeconómico del **AP, AI y SAR**. El **SAR** incide en su mayor superficie en el municipio de Campeche y en menor

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

proporción al oeste en el municipio de Champotón, ambos en la entidad de Campeche, sin embargo, mientras que el AI y AP se encuentran en su totalidad en el municipio de Campeche, por lo tanto, este apartado se enfocará a la descripción del medio socioeconómico de Campeche.

De manera breve se realizó lo siguiente:

1. **Contexto regional.** Con base en los reportes de la **CONAPO** (2020)[10], se presenta el esquema general económico de la región en donde pretende desarrollarse el **Proyecto**.
2. **Contexto municipal.** Se presenta la identificación y descripción de los indicadores socioeconómicos (demografía, vivienda y servicios, educación, salud, población económicamente activa e inactiva, entre otros), los cuales reflejan la calidad de vida de la población con base en el censo de población y vivienda 2020 del **INEGI** (última actualización 16 de marzo 2021[11]).

IV.3.3.1. Contexto regional

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural que se expresa en la falta de oportunidades y en la desigual distribución del progreso en la estructura productiva, lo que excluye a diversos grupos sociales, incidiendo en los niveles de bienestar y en la creación de capacidades, recursos y, por ende, en el desarrollo. **CONAPO** identifica cuatro dimensiones de expresión de este fenómeno: educación, vivienda, ingresos monetarios y afectación por la ubicación espacial. Posteriormente, propuso una medida resumen, denominada Índice de Marginación, cuyos resultados ayudan a priorizar las acciones para transformar el nivel y condiciones de vida de la población. Este índice se estima a partir de los censos de población y vivienda del **INEGI**.

En este sentido, de acuerdo con la **CONAPO** (2020), para la región de interés a nivel estatal se tiene que Campeche presenta un grado de marginación alto, sin embargo, a nivel municipal Campeche presenta un índice de marginación muy bajo, indicador que sugiere que la mayor parte de la población tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes.

Así mismo, con la intención de evidenciar la situación actual de la población presente en el municipio de Campeche**,** en el siguiente apartado se presenta el contexto municipal, en donde se describe su medio socioeconómico, de acuerdo con el censo de población y vivienda 2020 del **INEGI**.

[10] CONAPO, 2020. Índices de marginación 2020: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372
[11] INEGI, 2020. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Datos_abiertos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.3.3.2. Contexto municipal

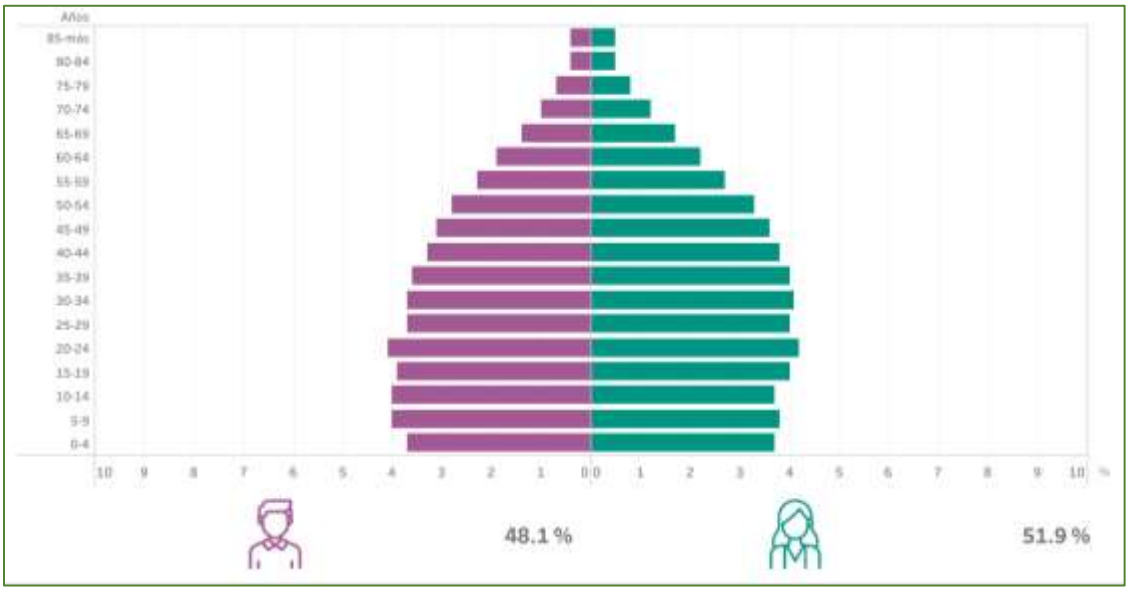
Demografía

El municipio de Campeche tiene una población total de 294,077 habitantes, lo que representa el % de la población estatal, con una densidad de 91.2 hab/km², presenta una relación de 92 hombres por cada 100 mujeres, en donde la mitad de la población tiene 31 años o menos, así como una razón de dependencia de 45.9, es decir, existen 45 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad reproductiva. En la siguiente tabla se resumen estos datos demográficos, y en la figura posterior se muestra la pirámide poblacional.

Tabla IV.108. Información demográfica.

Indicador	Valor
Población total	294,077
Densidad poblacional (hab/km²)	91.92
Relación hombres-mujeres	92.8%
Edad mediana	31
Razón de dependencia	45.9

Figura IV.68. Pirámide poblacional, composición por edad y sexo.



Etnicidad

El 4.68% de la población del municipio de 3 años y más hablan alguna lengua indígena, donde las más comunes son el Maya y Mam así mismo, una población de 2.31% se consideran afromexicana negra o afrodescendiente y hay un porcentaje importante de 0.79% de población que no habla español.

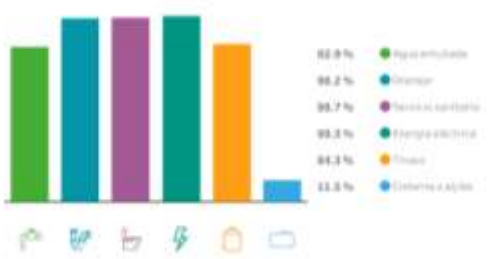
Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Bienes y servicios

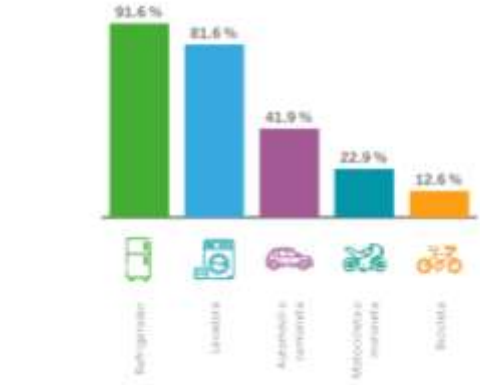
El municipio presenta un total de 85,297 viviendas particulares habitadas, lo que representa el 32.7% del total estatal, de este total 1.1 % aún tienen piso de tierra, hay un promedio de 3.4 ocupantes por vivienda y un promedio de 1.0 ocupantes por cuarto.

Con respecto a la disponibilidad de servicios, la mayor parte de la población tiene acceso a agua entubada, drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica; así mismo en cuanto a la disponibilidad de bienes, la mayor parte de la población cuenta con bienes como refrigerador y lavadora. Con respecto al acceso a tecnologías de la información y comunicación (**TIC**), la mayor parte de la población cuenta con teléfono móvil y televisión de paga, como se muestra en las siguientes figuras.

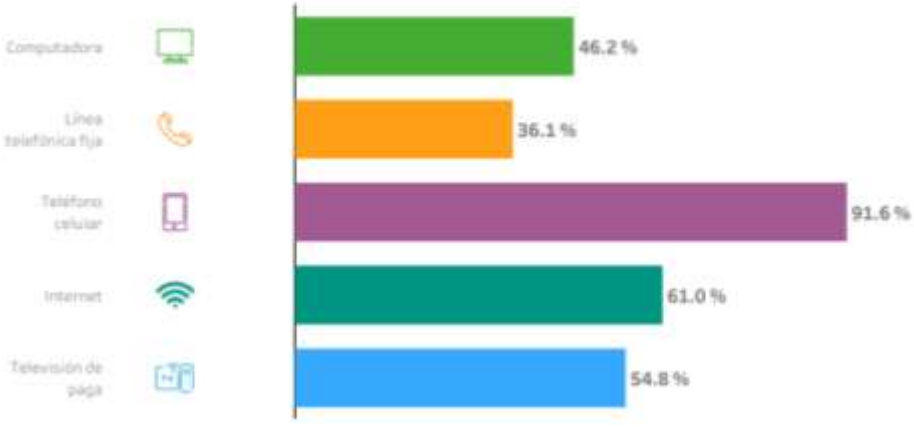
Figura IV.69. Disponibilidad de bienes y servicios.



Disponibilidad de servicios y equipamiento.



Disponibilidad de bienes.



Disponibilidad de tecnologías de la información y comunicación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Características económicas

Como se observa en la siguiente figura, la Población Económicamente Activa (**PEA**) de este municipio es del 62.3% (población de 12 años y más), de la cual el 43.8% son mujeres y el 56.2% son hombres; de dicho porcentaje el 98.4% se encontraba ocupada en la semana de referencia. Mientras que, la población no económicamente activa (**PNEA**) es de 37.5%, la mayoría estudiantes y personas dedicadas a quehaceres de su hogar.

Figura IV.70. Población económicamente activa.



Figura IV.71. Población no económicamente activa.



Escolaridad

El municipio tiene una tasa de alfabetización del 99.3 % para habitantes de 15 a 24 años y del 95.9% para habitantes de 25 años y más. La mayor parte de la población de 15 años y más (41.0%) presenta un nivel de escolaridad básico, sólo el 24.8% presenta un nivel medio superior y el 30.4% un nivel superior, mientras que, el 3.7% de la población no tiene escolaridad.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Servicios de salud

La mayor parte de la población del municipio (80.4%) se encuentra afiliada a algún servicio de salud, ya sea público o privado, sin embargo, cabe destacar que, el 6.5% de la población presenta alguna discapacidad que les impide trabajar, la mayoría de 60 años y más.

Migración

En el tema de migración se tiene que el 4.1% de la población del municipio tenían lugar de residencia distinto al actual en 2015, la mayoría por razones de trabajo y familiar, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla IV.109. Datos de migración.

Indicador	Porcentaje
Población con lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual	4.1%
Trabajo	30.8%
Familiar	42.4%
Estudiar	12.0%
Inseguridad	6.6%
Otra causa	9.1%

IV.3.4. Paisaje

El paisaje es concebido como una combinación del fenosistema (conjunto de componentes perceptibles en forma de panorama) y el criptosistema (conjunto de factores causales que subyacen al fenosistema y difícilmente son perceptibles) (Bernáldez, 1981). De este modo se puede establecer una distinción entre dos tipos de paisaje: primero, el paisaje total, que se identifica con el medio y las relaciones entre ecosistemas, y, segundo, el paisaje visual, que abarca la percepción por parte del observador (Álvarez, 2015).

Por lo tanto, para poder valorar el paisaje es importante saber cuáles son los elementos que lo componen, cómo se interrelacionan entre -sí y cuál es su dinámica, para así estar en disposición de valorarlo por su calidad intrínseca y no solo por su belleza, la cual es una cualidad de notable subjetividad, ya que está sujeta a la interpretación del individuo.

Por lo tanto, para poder valorar el paisaje es importante saber cuáles son los elementos que lo componen, cómo se interrelacionan entre sí y cuál es su dinámica, para así estar en disposición de valorarlo por su calidad intrínseca y no sólo por su belleza, ya que esta última es una cualidad subjetiva dado que está sujeta a la interpretación del individuo.

De este modo, para hacer la evaluación o análisis de paisaje se consideraron los siguientes aspectos:

Visibilidad. Espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. De este modo, se determinó que el **SAR** se asocia con topoformas de llanuras

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

y lomerío bajo. Por lo tanto, la mayor parte del territorio presenta como limitante de la visibilidad la nitidez o agudeza visual[12], la vegetación presente y lomeríos, los cuales se consideran factores que limitan la visibilidad.

Calidad paisajística. Incluye tres aspectos de percepción que a continuación se describen:

- Las características intrínsecas del sitio, que se definen en función de la morfología, vegetación, puntos de agua y otros rasgos paisajísticos sobresalientes tales como formas erosivas o rocosas.
- La calidad visual del entorno inmediato, situado a cierta distancia visual y en ella se aprecian valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, entre otros.
- La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el Proyecto.

Por lo tanto, la calidad paisajística referida en términos de la visibilidad parte de la condición de que, desde determinados sitios del **AP, AI** y **SAR**, se perciben rasgos paisajísticos (puntos visibles sobre los elementos topográficos más cercanos y significativos). Así, desde el interior del **AP, AI** y **SAR**, el paisaje se encuentra sujeto a las limitaciones físicas y del ojo humano en donde se presenta un radio máximo de visión sobre la superficie.

En la siguiente tabla se presenta la evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntuación para el sitio en el que se ubican el **SAR, AI** y **AP**, posteriormente se describe la escala de referencia utilizada para determinar la clase de calidad visual.

Tabla IV.110. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntación para el SAR, AI y AP.

Componente	Criterios de valoración y puntuación						SAR	AI/ AP	Criterio de aplicación
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor			
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado. Prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy similar y dominante	5	Relieve variado en tamaño. Presencia de formas erosivas, pero no dominantes o excepcionales.	3	Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular.	1	1	1	El **SAR**, **AI** y **AP** se ubican en sistemas de topoformas de lomeríos y llanuras.

[12] La agudeza visual es la capacidad del ojo para reconocer los objetos y formas en las imágenes que observa, a una distancia y condiciones determinadas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente	Criterios de valoración y puntuación						SAR	AI/ AP	Criterio de aplicación
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor			
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución heterogéneas (de alta diversidad)	5	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	3	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación	1	3	3	El **SAR** presenta sólo 2 tipos de vegetación natural (SBQ y SMS en fase secundaria); el **AP** y **AI** presentan sólo un tipo: SMS en fase secundaria.
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	5	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	3	Ausente o inapreciable	1	1	1	Dentro del **SAR**, **AI** y **AP** existen escurrimientos de tipo intermitente, por lo cual no es un componente apreciable en el paisaje.
Color	Combinación de color intensas y variadas o contrastes agradables	5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	3	Poca variación de color o contraste, colores apagados	1	3	3	Se presentan contrastes entre áreas con vegetación forestal y áreas agrícolas o de pastizales.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	1	3	3	SAR, AI y AP presentan colindancia con fragmentos con vegetación forestal, pero solo en algunas zonas.
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional	6	Característico, aunque similar a otros en la región	2	Bastante común en la región	1	2	2	De acuerdo con los listados bibliográficos y de muestreos presenta especies de flora endémicas y de fauna endémicas y/o protegidas, aunque no son exclusivas de estas áreas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componente	Criterios de valoración y puntuación						SAR	AI/ AP	Criterio de aplicación
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor			
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	5	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	2	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	0	2	2	Gran parte de la superficie del SAR, AI y AP presentan modificaciones por agricultura, vialidades y ganadería principalmente, pero no en su totalidad.
						∑=	15	15	-

Tabla IV.111. Escala de referencia utilizada para determinar la calidad visual.

Clase	Rango de Puntuación	Descripción
A	19 a 33	Área de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.
B	12 a 18	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.
C	0 a 11	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.

El puntaje del área para la calidad visual resultó ser de 15 puntos, por lo que se cataloga en la clase B, correspondiente a áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.

En el **Anexo IV.5** se presentan las evidencias fotográficas del paisaje del área del Proyecto, AI y SAR.

Fragilidad del paisaje. La fragilidad visual del paisaje es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano *et al*. 1991), entendida como la capacidad del paisaje para absorber los cambios que ahí se produzcan, es decir, recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Los criterios empleados para el análisis de este componente se especifican en la siguiente tabla, explicándose la forma de aplicación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.112. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV.

Factor	Condiciones	Valores		SAR	AI/AP	Forma de aplicación
		Nominal	Numérico			
Pendiente (S)	Inclinado (pendiente > 55 %)	Bajo	1	3	3	La pendiente dominante en el SAR, AI y AP es menor al 5%.
	Inclinación suave (pendiente de 25 - 55 %)	Moderado	2			
	Poco Inclinado (pendiente de 0 - 25 %)	Alto	3			
Estabilidad del suelo y Erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1	3	3	La mayor parte de la superficie del SAR, AI y AP se encuentra en áreas "sin erosión".
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Moderado	2			
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3			
Potencial de regeneración de vegetación (R)	Potencial bajo o sin vegetación	Bajo	1	3	3	Las condiciones de alta precipitación, bajos riesgos de erosión, así como la cercanía de fragmentos con vegetación natural, son indicadores de un potencial alto de regeneración natural de la vegetación.
	Potencial moderado	Moderado	2			
	Potencial alto	Alto	3			
Diversidad de vegetación (D)	Diversificada e interesante	Alta	3	3	3	El tipo de vegetación muestreado, dominante en el SAR, AI y AP, presenta índices de diversidad alta para el estrato arbóreo.
	Diversidad media, repoblaciones	Media	2			
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales sin vegetación o mono específica	Baja	1			
Contraste suelo /roca (C)	Contraste alto	Alto	3	1	1	Contraste bajo, dada la presencia de un estrato
	Contraste moderado	Moderado	2			
	Contraste bajo o inexistente	Bajo	1			

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Factor	Condiciones	Valores		SAR	AI/AP	Forma de aplicación
		Nominal	Numérico			
						herbáceo dominante en áreas no forestales.
Contraste suelo / vegetación (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación	Alto	3	1	1	Domina la presencia de vegetación forestal y no forestal.
	Contraste moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2			
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1			

De acuerdo con los valores obtenidos en la tabla anterior, se aplicó la siguiente relación:

CAV = S*(E+R+D+C+V)

Donde:

S= Pendientes.

E= Erosionabilidad del suelo.

R= Vegetación, potencial de regeneración.

D= Diversidad de vegetación.

C=Contraste suelo/roca.

V=Contraste suelo/vegetación.

CAV SAR= 33

CAV AI/AP= 33

El resultado obtenido se compara con una escala de referencia que representa los factores considerados, las condiciones en las que se presentan y los puntajes asignados a cada condición, misma que se observa en la siguiente tabla. El valor de **CAV** obtenido es de 33 puntos, lo que indica que el área corresponde a una zona **con capacidad de absorción visual alta, y por lo tanto posee una fragilidad paisajística baja**, es decir, posee una alta capacidad para absorber los cambios que ahí se produzcan.

Tabla IV.113. Escala de referencia CAV.

Escala	Valor
Bajo	< 15
Moderado	15 a 30
Alto	> 30

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.4. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riego por el cambio de uso del suelo propuesto

Para definir de manera adecuada los servicios ambientales referentes a este capítulo, es necesario tomar en consideración lo que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Capítulo I, artículo 7, fracción LXI, que define a los Servicios Ambientales como aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano. De acuerdo con esta definición, se reconocen los siguientes servicios ambientales:

- Provisión de agua en calidad y cantidad;
- Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales;
- Generación de oxígeno;
- Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales;
- Modulación o termorregulación climática;
- Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida;
- Protección y recuperación de suelos;
- El paisaje y la recreación

El **Proyecto** contempla una serie de medidas preventivas, de mitigación, compensación y restauración, para disminuir cualquier riesgo que pudiera provocarse en los servicios ambientales.

Los ecosistemas de una cuenca (SAR para el presente caso) brindan numerosos servicios ambientales, no sólo a la zona en la que se encuentran, sino también a regiones cercanas y, de manera indirecta, al resto del país. Entre estos servicios se cuentan la regulación de los ciclos biogeoquímicos (captura de carbono y generación de oxígeno), el mantenimiento de los flujos hidrológicos, la recarga de los acuíferos, el mantenimiento de la productividad biológica y la biodiversidad, la regulación climática, la oferta de agua dulce, la protección y recuperación de suelos, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, el reciclaje de nutrientes y la generación de espacios habitables para las poblaciones humanas.

IV.4.1. Protección y recuperación de suelos

El suelo puede definirse, de acuerdo con el glosario de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1984), como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental,

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un determinado periodo (*Sánchez et al., 2004*).

En todos los ecosistemas, los suelos cumplen con importantes funciones de las cuales se derivan servicios ambientales indispensables para el sostenimiento tanto del ecosistema como de la vida humana. La función más conocida es la de soporte y suministro de nutrientes a las plantas.

El suelo cumple con otras funciones igualmente trascendentes como la de constituir un medio filtrante que permite la recarga de los acuíferos influyendo también en la calidad del agua. Asimismo, constituye el medio donde se realizan ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de los compuestos orgánicos (*Cotler et al., 2007*). Según sus características, el suelo funciona también como hábitat para una miríada de organismos, desde células microscópicas a pequeños mamíferos y reptiles, manteniendo una amplia biodiversidad.

Finalmente, en los ecosistemas urbanos, el suelo juega un papel fundamental como material de construcción y como cimiento para la infraestructura urbana (*Brady y Weil, 1999*).

La degradación de suelos se refiere a los procesos inducidos por el hombre que disminuyen la capacidad actual y/o futura del suelo para sostener la vida humana (*Oldeman, 1998*).

Por lo tanto, en este apartado se presentan las estimaciones de volúmenes de erosión hídrica y eólica presentes en el **AP**, **AI** y en el **SAR**, dado que estas serán objeto de comparación para dimensionar el grado de impacto del Proyecto en el servicio de protección del suelo. En el **Anexo IV_4_Servicios ambientales** se presenta la memoria de cálculo.

IV.4.1.1. Erosión hídrica

La erosión hídrica por lluvia comienza cuando el suelo es privado de su cobertura vegetal por deforestación, quema, sobrepastoreo y labranza. Las gotas de lluvia impactan en el suelo desnudo y rompen sus agregados, los cuales además de ser más fácilmente arrastrados por los escurrimientos, tapan los microporos del suelo, reduciendo con ello la infiltración del agua. El agua que no llega a infiltrarse escurre sobre la superficie y sigue la topografía arrastrando suelo superficial. La vulnerabilidad de los suelos a la erosión hídrica depende del tipo de cobertura vegetal (cultivo, pastizal, etc.); de las características de la lluvia (intensidad y frecuencia); de la topografía (inclinación, forma y longitud de pendientes); y del tipo de suelo (porosidad, porcentaje de materia orgánica, textura y profundidad) (Carabias *et al.*, 1998).

IV.4.1.1.1. Metodología

Determinación de la Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica mediante el uso de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (*Wischmeier y Smith, 1962*), se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$A = R * K * L * S * C$$

Donde:

A, representa el valor promedio de las pérdidas de suelo anuales (Tm/ha, año) en función de un índice de erosividad de la lluvia R, la erosibilidad del suelo K, un factor de relieve LS, un factor de cubierta vegetal.

R, factor de erosividad, recoge la influencia que sobre la erosión tiene la energía cinética de los aguaceros, disgregando las partículas del suelo y compactando su superficie, y su intensidad máxima, determinando la aparición de escorrentía superficial cuando se supera la capacidad de infiltración.

K, la erosionabilidad, o vulnerabilidad del suelo a la erosión, es una característica propia del suelo ligada a su granulometría, porosidad, condiciones hidrológicas, etcétera, y expuesta a unas determinadas condiciones de clima, relieve y cobertura vegetal.

L, factor de longitud de ladera, definido como el cociente entre la tasa de erosión anual de una parcela con una longitud de ladera determinada, y la tasa de erosión de esa parcela con las mismas condiciones de clima (R), suelo (K), pendiente (S) y vegetación (C), y de longitud de ladera igual a 22.13 metros que corresponde a la parcela estándar.

S, el factor de pendiente, definido como el cociente entre la tasa de erosión de una determinada parcela con una pendiente *s* y la tasa de erosión de esa parcela con las mismas condiciones de R, K, L y C pero con una pendiente del 9% considerada como estándar.

C, factor de cubierta; la cubierta vegetal es el elemento natural de protección del suelo frente a la fuerza erosiva de las precipitaciones, controlando no sólo la energía con la que llegan las gotas de lluvia a la superficie del suelo, sino la velocidad de la escorrentía superficial.

Según MESEN (2009), el producto de los primeros factores (R, K, L y S) es el potencial erosivo inherente en el sitio; eso es, la perdida de suelo que ocurriría en la ausencia de cualquier cobertura vegetal (C). El último factor reduce esta pérdida potencial.

Para el desarrollo de la fórmula de la Ecuación universal de pérdida de suelo (USLE) se tomó de base lo descrito en: *Montes-León, M.A.L., Uribe-Alcántara, E.M. & García-Celis, E*. Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería Hidráulica de México. Vol. II, No. 1, enero-marzo, 2011, pp. 5-17. Información disponible en la página web

www.scielo.org.mx/pdf/tca/v2n1/v2n1a1.pdf.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Factor R**

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que incida el potencial erosivo de las precipitaciones (Montes-León et al., 2011).

A partir de la precipitación media anual registrada por las estaciones señaladas anteriormente, se aplicó la ecuación de erosividad de la **región número 11**, donde se ubica el SAR, AI y AP (ver Figura y Tabla), determinada por Cortés (*Becerra, 1997*).

Figura IV.72. Regionalización Nacional de factor R (Becerra, 1997).



Figura 2. Regionalización nacional de factor *R* (Becerra, 1997).

Tabla IV.114. Ecuaciones regionalizadas para la República Mexicana (Becerra, 1997).

REGIÓN	ECUACIÓN
1	$1.2078*P+0.002276*P^2$
2	$3.4555*P+0.006470*P^2$
3	$3.6752*P-0.001720*P^2$
4	$2.8959*P+0.002983*P^2$
5	$3.4880*P-0.000188*P^2$
6	$6.6847*P+0.001680*P^2$
7	$(-0.0334) * P+0.0061*P^2$
8	$1.9967*P+0.003270*P^2$

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

REGIÓN	ECUACIÓN
9	$7.0458*P-0.002096*P^2$
10	$6.8938*P+0.000442*P^2$
11	$\mathbf{3.7745*P+0.004540*P^2}$
12	$2.4619*P+0.006067*P^2$
13	$10.7427*P-0.001008*P^2$
14	$1.5005*P+0.002640*P^2$

- **Factor K**

El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erosionabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por:

1. el salpicado de las gotas durante un evento de lluvia,
2. el flujo superficial o
3. por la acción de ambos fenómenos.

Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erosionabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (*Montes, 2002*).

Se utilizó la metodología propuesta por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación); el cual permite estimar el factor K a partir de la clasificación del tipo de suelo y la textura superficial (gruesa, media o fina) y así asignar dicho valor, el cual se representa en la tabla siguiente.

Tabla IV.115. Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB.

Orden	Textura			Clasificación WRB	
	G	M	F	Nombre	Símbolo
AC	0.026	0.04	0.013	Acrisol	AC
AL	0.026	0.04	0.013	Alisol	AL
AN	0.026	0.04	0.013	Andosol	AN
AR	0.13	0.02	0.007	Arenosol	AR
CH	0.13	0.02	0.007	Calcisol	CL
CL	0.053	0.079	0.026	Cambisol	CM
CM	0.026	0.04	0.013	Chernozem	CH
DU	0.053	0.079	0.026	Durisol	DU
FL	0.026	0.04	0.013	Fluvisol	FL
FR	0.013	0.02	0.007	Ferralsol	FR

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Orden	Textura			Clasificación WRB	
	G	M	F	Nombre	Símbolo
GL	0.026	0.04	0.013	Gleysol	GL
GY	0.053	0.079	0.026	Gypsisol	GY
HS	0.053	0.02	0.007	Histosol	HS
KS	0.026	0.04	0.013	Kastanozem	KS
LP	0.013	0.02	0.007	Leptosol	LP
LV	0.026	0.04	0.013	Lixisol	LX
LX	0.013	0.02	0.007	Luvisol	LV
NT	0.013	0.02	0.007	Nitisol	NT
PH	0.013	0.02	0.007	Phaeozem	PH
PL	0.053	0.079	0.026	Planosol	PL
PT	0.026	0.04	0.013	Plinthosol	PT
RG	0.026	0.04	0.013	Regosol	RG
SC	0.026	0.04	0.013	Solonchak	SC
SN	0.053	0.04	0.013	Solonetz	SN
UM	0.026	0.04	0.013	Umbrisol	UM
VR	0.053	0.079	0.026	Vertisol	VR

Para la determinación de este factor se empleó la información edafológica del INEGI: Escala 1:250,000, Serie II (Continuo Nacional), información actualizada durante el periodo 2002-2020 (INEGI, 2007). Como se puede apreciar en el capítulo IV de la MIA-R dentro del SAR, AI y AP hay diferentes tipos de suelo, por lo cual, se estimó la media ponderada del valor de K:

$$X_{factor\ K} = (Superficie\ Suelo_1 * Factor\ K) + (Superficie\ Suelo_2 * Factor\ K) + (Superficie\ Suelo_n * Factor\ K) / Superficie\ total\ del\ SAR, AP, AI$$

Factor LS

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (L) y grado de pendiente (S).

Primeramente, se determinó el factor L y posteriormente el S, para luego obtener el producto de ambos. Para estimar el factor de L se usó la siguiente expresión:

$$L = (X / 22.13)^m$$

Dónde:

X, longitud del terreno (m).

$m = \beta / (1+\beta)$.

$\beta = (\text{sen}\ \theta / 0.0896) / [3(\text{sen}\ \theta)^{0.8} + 0.56]$.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

θ = pendiente del terreno.

Para obtener la pendiente del terreno se obtiene con la siguiente fórmula (*Martínez,2005*):

$$S = ((Hf - Hi) / L) * 100$$

Dónde:

s =pendiente media del terreno.

Hf= altura más alta del terreno en metros.

Hi= altura más baja del terreno en metros.

L = longitud del terreno en metros.

El valor de ***s*** se convierte a una unidad de ángulo mediante la siguiente fórmula:

$$Pendiente\ (Unidad\ de\ ángulo) = Arcotangente\ (Pendiente\ (\%)\ /\ 100)$$

Cabe mencionar que la función Arcotangente se expresa en radianes, de modo que al usar el valor en radianes en la fórmula de β para la función de seno primeramente se tiene que multiplicar por π (3.1416) y dividir entre 180 para convertir las unidades a grados sexagesimales.

Se obtiene el valor de β:

$$\beta = (sen\ (\theta * \pi / 180) / 0.0896) / (3.0\ (\theta * \pi / 180)^{0.8} + 0.56)$$

Se sustituye en la fórmula de m:

$$m = (\beta / (1 + \beta)$$

Y se procede a calcular L:

$$L = (X / 22.13)^{m}$$

Para el cálculo del factor S de pendiente, definido como el cociente entre la tasa de erosión de una determinada parcela con una pendiente ***s***, se evalúa de acuerdo con las expresiones siguientes:

$$S = 10.8\ Sen\ (\theta/180) + 0.03\ si\ es\ S \leq 9\%$$

$$S = 16.8\ Sen\ (\theta/180) + 0.50\ si\ es\ S > 9\%$$

Finalmente se realiza el producto LS para obtener el resultado asociado con dicho factor (*Renard, 1997*):

$$LS = (L) * (S)$$

- **Factor C**

La cubierta vegetal comprende la vegetación y tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de las partículas del suelo ya que brinda protección contra acción de los

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

agentes erosivos. Una cubierta vegetal abundante reduce la erosión a límites aceptables. La eficiencia de la vegetación para reducir la erosión depende de la altura y continuidad de la cubierta vegetal aéreo, de la densidad de cobertura en el suelo y de la densidad de raíces (*Figueroa et al., 1991*).

Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 (correspondiente a un terreno protegido) y a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección) (*Montes-León et al., 2011*). En la tabla siguiente se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo.

Tabla IV.116. Factor para vegetación y/o uso de suelo (Montes-León *et al*, 2011).

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de Ayarín	0.01	Pastizal gipsófilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.1	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.1	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de táscate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.5
Manglar	0.1	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
Matorral de coníferas	0.2	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico rosetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.1

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarco crausicaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Tabla IV.117. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015).

Uso y Tipo de Suelo	Muy permeable	Medianamente permeable	Poco permeable
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbre o rotación en pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% - Regular -	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.3
Bosque:			

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Uso y Tipo de Suelo	Muy permeable	Medianamente permeable	Poco permeable
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3

Derivado que, en el **SAR**, **AP** y **AI** existen varios tipos de usos y vegetación se utilizó la fórmula de la media ponderada para el cálculo del factor C.

$$X_{factor\ C} = (Superficie\ Vegetación_1 * Factor\ C) + (Superficie\ Vegetación_2 * Factor\ C) + (Superficie\ Vegetación_n * Factor\ C) / Superficie\ total\ del\ SAR, AP, AI$$

- **Clasificación de la erosión hídrica**

De acuerdo con la clasificación descrita por *Montes-León et al. (2011)* la erosión hídrica que se presenta en un área puede clasificarse por el rango que presenta en la tasa de erosión, tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla IV.118. Clasificación de erosión hídrica.

TIPO	RANGO (ton/ha/año)	CLASIFICACIÓN
1	<50	Baja
2	50-100	Media
3	100-150	Considerable
4	150-200	Alta
5	200-250	Muy alta
6	>250	Extrema

IV.4.1.1.2. Resultados

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Como se muestra en la siguiente tabla, en el **SAR** se obtuvo una tasa de erosión de 3.2 ton/ha/año, en el **AI** es de 2.17 ton/ha/año y en el **AP** es de 1.5 ton/ha/año; lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie corresponde a 64,646.25 ton/año en el SAR, 3,026.02 ton/año en el AI y 43.77 ton/año en el AP, este último corresponde al 0.07% del total del SAR y 1.45% del total del AI. Dichas tasas de erosión se consideran bajas al ser menores a 50 ton/ha/año.

Tabla IV.119. Resultados de la estimación de la erosión hídrica en el SAR, AI y AP en condiciones actuales.

Erosión hídrica	SAR		AI		AP condiciones actuales	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	3.20	Baja	2.17	Baja	1.50	Baja
Pérdida de suelo actual (ton/año)	64,646.25		3,026.02		43.77	
Porcentaje respecto al SAR	-	-	-	-	0.07%	-
Porcentaje respecto al AI	-	-	-	-	1.45%	-

Mientras que, al remover la vegetación la tasa de erosión en el AP pasa a 2.22 ton/ha/año y una pérdida de suelo en la superficie total de 64.93 ton/año, esto equivale a un incremento de 21.17 ton/año si se mantuviera como una superficie desprovista de vegetación o suelo desnudo.

Tabla IV.120. Resultados de la estimación de la erosión hídrica en el AP con Proyecto y sin considerar medidas.

Erosión hídrica	AP con proyecto sin medidas	
	Valor	Clasificación
Tasa de erosión (ton/ha/año)	2.22	Baja
Pérdida de suelo (ton/año)	64.93	
Incremento de pérdida de suelo	21.17	-

Todos los cálculos descritos en este apartado se presentan en la memoria de cálculo del **Anexo IV.4,** hojas **EROSION HID_SAR_AI, EROSIÓN HID_AP y RESULTADOS.**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

IV.4.1.2. Erosión eólica

IV.4.1.2.1. Metodología

La erosión eólica es el desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento. El viento es un eficaz agente de erosión capaz de arrancar, levantar y transportar partículas, sin embargo, su capacidad para erosionar rocas compactadas y duras es limitada. En el fenómeno de erosión eólica, es determinante la superficie sobre la que actúa el viento. Su alteración no se limita a puntos o áreas limitadas como ocurre con la erosión hídrica, la acción del viento se ejerce sobre la totalidad de la superficie (*López, 2012*). Este fenómeno se presenta de manera predominante en las zonas áridas y semiáridas, aunque también se presenta en las regiones con escasa o nula vegetación durante la estación seca (*Carabias et al., 1998*).

Los factores que afectan a la erosión eólica son clima, suelo y vegetación. La topografía parece ser no muy importante, aunque la longitud de la superficie erosionable tiene gran influencia en movimiento del suelo.

Clima. - Los factores climáticos que tienen influencia en la erosión eólica son precipitación pluvial, temperatura y viento (humedad, viscosidad y densidad del aire). La distribución de la lluvia y su efecto en la humedad del suelo son de importancia básica en el movimiento. La evaporación y la transpiración son influenciadas por viento, humedad relativa y temperatura. Estos procesos disminuyen la humedad del suelo y que al secarse resulta más propenso a la erosión eólica. Las características del viento que afectan a la erosión eólica son: velocidad, duración, dirección y turbulencia.

Suelo. – Los factores del suelo que son afectados por erosión eólica son textura, estructura y densidad de partículas, densidad aparente, materia orgánica, contenido de humedad y coeficiente de rugosidad. La rugosidad cambia en los sistemas de labranza y la formación de costras disminuye la rugosidad, pero tiende a reducirse el movimiento del suelo debido al viento.

Vegetación. – Los factores de la vegetación que influyen en el proceso erosivo son altura y densidad de la cobertura, tipo de vegetación y distribución en el año. La presencia de raíces y residuos de cosecha son muy efectivos para reducir la erosión.

Considerando que el viento es el agente que causa la erosión es necesario definir como se mueve el viento para tratar de definir su poder erosivo.

Para conocer la pérdida de suelo que ocurre por el factor eólico en el SAR fue necesario adaptar distintas ecuaciones planteadas por diversos autores (Entre ello W. H. Wischmeier y D.D. Smith en 1965; E. L. Skidmore y N. P. Woodruff en 1968).

Fue necesario calcular primero los siguientes valores:

- **PECRE** - Periodo de crecimiento (días con lluvia al año).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **IAVIE** - Índice de agresividad del viento.
- **CATEX** - Calificación de textura y fase.
- **CAUSO** - Calificación por uso de suelo.

La fórmula para calcular la erosión eólica en ton/ha/año es:

Erosión eólica = IAVIE * CATEX * CAUSO

Obtención del periodo de crecimiento (**PECRE**), que se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo. La fórmula es la siguiente:

$$PECRE = 0.2408\ (Precipitación) - 0.0000372\ (Precipitación)^2 - 33.1019$$

Con el periodo de crecimiento, se calculó el "índice de agresividad del viento" (**IAVIE**), mediante la siguiente fórmula:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660\ (PECRE)$$

La calificación de textura y fase (**CATEX**); de las texturas, se consideraron los tres tipos (en caso, de estar presentes) y de las fases sólo se tomaron en cuenta la gravosa y la pedregosa. Los valores atribuidos a las fases y texturas del suelo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.121. Fases y texturas de suelos.

CATEX	Textura y fase
0.2	Gruesa
0.3	Media
0.1	Fina
0.5	Fase pedregosa o gravosa

El **CAUSO** se obtuvo conociendo los valores de calificación por cambio de uso de suelo y realizando también, un promedio ponderado, donde se incluyeron todos los tipos de vegetación presentes en la **SAR**, **AP** y **AI**. A continuación, se presentan los valores de **CAUSO** para cada tipo de vegetación.

Tabla IV.122. Valores de CAUSO por tipo de vegetación.

CAUSO	Vegetación
0.8	Agrícola
0.1	Bosque
0.12	Pastizal o pradera
0.11	Pastizal inducido
0.15	Matorral
0.4	Sin vegetación aparente
0.13	Vegetación secundaria (otras coberturas vegetales)
0.05	Humedal
0	Área urbana, asentamientos humanos, cuerpos de agua

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

CAUSO = (CAUSO tipo de vegetación$_1$ * Superficie vegetación$_1$ + CAUSO tipo de vegetación$_2$ * Superficie vegetación$_2$ + CAUSO tipo de vegetación$_n$ * Superficie vegetación$_n$) / Superficie del SAR, AP, AI

Finalmente, los resultados se comparan con las siguientes clases de erosión.

Tabla IV.123. Clases de degradación de suelos.

Clase de degradación	Valor de erosión eólica (ton/ha/año)
Sin erosión	Menor de 12
Ligera	De 12 a 50
Moderada	De 50 a 100
Alta	De 100 a 200
Muy alta	Mayor de 200

IV.4.1.2.2. Resultados

Se obtuvo una tasa de erosión eólica actual para el SAR de 8.31 ton/ha/año, en el AI es de 8.26 ton/ha/año y en el AP es de 6.86 ton/ha/año, las cuales se clasifican como sin erosión al ser menores a 12 ton/ha/año.

Al extrapolar la tasa de erosión a la superficie total se obtuvo que en el **SAR** la pérdida de suelo actual es de 168,083.18 ton/año, en el **AI** es de 11,512.47 ton/año y en el **AP** es de 200.65 ton/año, este último representa el 0.12% del **SAR** y 1.74% del **AI**.

Tabla IV.124. Resultados de la estimación de la erosión eólica en el SAR, AI y AP en condiciones actuales.

Erosión eólica	SAR		AI		AP condiciones actuales	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Tasa de erosión (ton/ha/año) actual	8.31	Sin erosión	8.26	Sin erosión	6.86	Sin erosión
Pérdida de suelo (ton/año) actual	168,083.18		11,512.47		200.65	
Porcentajes respecto al SAR	-	-	-	-	0.12%	-
Porcentajes respecto al AI	-	-	-	-	1.74%	-

Mientras que, al remover la vegetación la tasa de erosión en el AP pasa a 5.46 ton/ha/año y la pérdida de suelo será de 159.91 ton/año, se observa una disminución debido a que los valores de CAUSO ponderados disminuyen, puesto que, en condiciones actuales el valor de CAUSO es 0.50 (0.80 para áreas agrícolas y 0.13 para vegetación secundaria, sin embargo el 55% es agrícola por lo cual el valor ponderado resulta de 0.50), mientras que

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

con el Proyecto sin medidas el valor de CAUSO para áreas sin vegetación aparente es de 0.40 aplicable a la totalidad de la superficie dado que no habrá un uso agrícola que genere exposición del suelo. Cabe señalar que la probabilidad de erosión eólica en zonas húmedas como la que nos ocupa adquiere menor relevancia en comparación a la erosión hídrica.

Tabla IV.125. Resultados de la estimación de la erosión eólica en el AP en condiciones con Proyecto y sin medidas.

Erosión eólica	AP condiciones con Proyecto sin medidas	
	Valor	Clasificación
Tasa de erosión (ton/ha/año)	5.46	Sin erosión
Pérdida de suelo (ton/año)	159.91	
Incremento pérdida de suelo (ton/año)	-40.74	-

Todos los cálculos descritos en este apartado se presentan en el **Anexo IV.4,** hojas **EROSÓN_EÓLICA_SAR_AI, EROSIÓN EÓLICA AP** y **RESULTADOS.**

IV.4.2. Provisión de agua en calidad y cantidad

Este es uno de los servicios ambientales más importantes ya que el agua es un elemento esencial en todo ser vivo, y de su calidad y cantidad dependerá la abundancia y salud de la flora y fauna del lugar y la disponibilidad para uso del ser humano.

Para la provisión de agua en cantidad como servicio ambiental el **SAR** conforma la unidad de elementos bióticos y abióticos que forman un ecosistema y los procesos generados por la interacción de todos ellos es lo que hace posible el poder tener este servicio. Por ello la estructura, el funcionamiento y la conservación son determinantes en lograr satisfacer las demandas del servicio como la disponibilidad de agua potable para consumo humano o para actividades productivas como la agropecuaria.

Es de suma importancia mencionar que existen algunas variables que inciden en la provisión de agua en cantidad en una unidad ambiental como:

- Precipitación del área
- Formas del relieve (geomorfología)
- Tipo de vegetación (cobertura)
- Uso de suelo (si altera, remueve o disminuye la vegetación, la evapotranspiración cambia)

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

De acuerdo con los cambios que presenten estas variables, cambia la cantidad de agua que se evapotranspira, cantidad de escurrimiento y el volumen que se infiltra.

Seguidamente se muestra la estimación de la infiltración y el coeficiente de escurrimiento de acuerdo con las variables descritas anteriormente.

De acuerdo con los resultados del balance hidrológico los resultados se muestran para dos escenarios: en condiciones actuales y en condiciones una vez removida la vegetación, así mismo, se muestra su afectación en el contexto de la superficie del **SAR**.

Todos los cálculos descritos en este apartado se presentan en el **Anexo IV.4.**

IV.4.2.1.1. Metodología

La fórmula que se utilizó para desarrollar el cálculo del balance hídrico del proyecto es la siguiente:

$$BH = P – (Eva + Esc + I)$$

Donde:

BH = Balance Hídrico en SAR, AI o AP

P = Precipitación (volumen precipitado) SAR, AI o AP

Eva = Evapotranspiración SAR, AI o AP

Esc = Escurrimiento superficial SAR, AI o AP

I = Infiltración SAR, AI o AP

Para determinar la temperatura y la precipitación media anual (dato que se utiliza durante el cálculo del balance hidrológico), se llevó a cabo un análisis de la información generada por las estaciones climatológicas más cercanas a la zona de estudio, correspondiente a la estación Hool, de donde se obtuvieron los siguientes datos de temperatura y precipitación.

Temperatura: la temperatura promedio indicada por la estación consultada es de 26 °C, con una temperatura mínima de 19.3°C y una máxima de 32.8 °C. Las temperaturas más altas se dan en los meses de abril a junio en las cuales se tiene una normal de hasta 28.4°C con una máxima de 36 °C; mientras que, los meses más fríos son diciembre y enero con una temperatura de alrededor de 23 °C.

Precipitación: la precipitación total anual es de 1323 mm, los meses más lluviosos son de junio a septiembre, con precipitaciones de hasta 260.2 mm en junio, mientras que los meses de menor precipitación son de febrero a abril.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- **Volumen de agua precipitada (P)**

El volumen de agua que se precipita en el **SAR**, **AI** y **AP** se estima con la precipitación media anual y con la superficie de este, para lo cual se ha determinado que el valor de la precipitación corresponde a:

Volumen de agua precipitada = Precipitación (mm/año) x Superficie del SAR, AI o AP (m^2)

- **Evapotranspiración (Eva)**

Para estimar la evapotranspiración se consideró la temperatura media normal anual y la precipitación media anual de cada área, se utilizaron formulas empíricas para estimar la evapotranspiración real, fórmulas de Turc, modificado por *Cruz-Falcón (2007)* para zonas de áridas:

$$Et = P / (1.5 + (P/L)^2)^{0.5}$$

Dónde:

P= precipitación en mm.

L= 300+25T+0.05T2 (condición válida para P> 0.31L; si P< 0.31L, entonces ET=P)

T= temperatura en ºC.

- **Escurrimiento (Esc)**

En el numeral A.1.2.1 de la NOM-011-CONAGUA-2015 se especifica que el método indirecto para determinar el volumen medio anual de escurrimiento es mediante la siguiente expresión:

$$Vm = (A)\ (C)\ (Pm)$$

Dónde:

Vm = Volumen anual de escurrimiento natural SAR, AP o AI (m^3)

A = Área de SAR, AP o AI (m^2)

C = Coeficiente de escurrimiento (adimensional)

Pm = Precipitación anual de SAR, AP o AI (m)

Para aplicar esta fórmula, es indispensable determinar cada uno de los factores que en ella intervienen y para lograrlo deben seguirse los pasos siguientes:

Para obtener el Ce se utilizó la expresión empírica de la NOM-011-CNA-2000 (DOF 2002), con las modificaciones realizadas por *Cruz-Falcón (2007)* al parámetro K:

$$\mathbf{Ce = K\ (P - 250\ /2000) + (K - 0.15\ /\ 1.5)\ para\ K > 0.15}$$

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Ce = K (P – 250 /2000) para K £ 0.15

Dónde:

Ce = coeficiente de escurrimiento anual (adimensional).

K = parámetro que depende del uso y tipo de suelo.

P = Precipitación

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se utiliza un parámetro K que depende del tipo y uso de suelo, así como de la precipitación. Para este proceso se utilizó la información de los mapas de edafología y uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI, información que fue presentada aparatos anteriores; conforme a dicha información se asignaron los valores que se indican en las siguientes tablas.

Tabla IV.126. Valores del parámetro K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB), para diferentes tipos de suelo.

Orden	Textura		Clasificación WRB		
	G	M	F	Nombre	Símbolo
AC	0.03	0.04	0.01	Acrisol	AC
AL	0.03	0.04	0.01	Alisol	AL
AN	0.03	0.04	0.01	Andosol	AN
AR	0.13	0.02	0.01	Arenosol	AR
CH	0.13	0.02	0.01	Calcisol	CL
CL	0.05	0.08	0.03	Cambisol	CM
CM	0.03	0.04	0.01	Chernozem	CH
DU	0.05	0.08	0.03	Durisol	DU
FL	0.03	0.04	0.01	Fluvisol	FL
FR	0.01	0.02	0.01	Ferralsol	FR
GL	0.03	0.04	0.01	Gleysol	GL
GY	0.05	0.08	0.03	Gypsisol	GY
HS	0.05	0.02	0.01	Histosol	HS
KS	0.03	0.04	0.01	Kastanozem	KS
LP	0.01	0.02	0.01	Leptosol	LP
LV	0.03	0.04	0.01	Lixisol	LX
LX	0.01	0.02	0.01	Luvisol	LV
NT	0.01	0.02	0.01	Nitisol	NT
PH	0.01	0.02	0.01	Phaeozem	PH
PL	0.05	0.08	0.03	Planosol	PL
PT	0.03	0.04	0.01	Plinthosol	PT
RG	0.03	0.04	0.01	Regosol	RG
SC	0.03	0.04	0.01	Solonchak	SC
SN	0.05	0.04	0.01	Solonetz	SN

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Orden	Textura		Clasificación WRB		
	G	M	F	Nombre	Símbolo
UM	0.03	0.04	0.01	Umbrisol	UM
VR	0.05	0.08	0.03	Vertisol	VR

Tabla IV.127. Valores del parámetro K (modificado por Cruz-Falcón 2007), para diferentes tipos y uso de suelo. NOM-011-CNA-2015.

Uso y Tipo de Suelo	Muy permeable	Medianamente permeable	Poco permeable
Área agrícola	0.24	0.27	0.3
Pastizal	0.2	0.24	0.3
Mezquital	0.12	0.22	0.26
Edificaciones	0.28	0.29	0.32
Veg. Halófita	0.28	0.29	0.32
Matorral	0.16	0.23	0.28
Selva Baja	0.14	0.22	0.27
Áreas desnudas	0.26	0.28	0.3

Tabla IV.128. Valores del parámetro K para diferentes tipos y uso de suelo (NOM-011-CNA-2015).

Uso y Tipo de Suelo	Muy permeable	Medianamente permeable	Poco permeable
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:	-	-	-
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbre o rotación en pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal:	-	-	-
% del suelo cubierto o pastoreo	-	-	-
Más del 75% - Poco -	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% - Regular -	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.3
Bosque:	-	-	-
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Como se observa, en el SAR, AI y AP existen diferentes tipos de suelo y uso de suelo y vegetación con superficie y valor de K diferente, por lo tanto, para estimar el valor de K del SAR, AI y AP se calcula una media ponderada de sus valores de acuerdo con el tipo de vegetación y la superficie que ocupa, mediante la siguiente formula:

$$Kp = ((Kv_1 * Sup_1) + (Kv_2 * Sup_2) + (Kv_3 * Sup_3) + \ldots\ldots (Kv_n * Sup_n)) / Sup_t$$

Dónde:

Kp= Valor de K ponderado.

Kv_1 = Valor de K en la vegetación 1

Sup_1 = Superficie de la vegetación 1 en la SAR, AI y AP

Kv_2 = Valor de K en la vegetación 2

Sup_2 = Superficie de la vegetación 2 en la SAR, AI y AP

Kv_n = Valor de K en la vegetación n

Sup_n = Superficie de la vegetación n en la SAR, AI y AP

Sup_t = Superficie total de SAR, AI y AP

- **Infiltración**

Para el cálculo de la infiltración mediante la siguiente expresión I=P-Et-Es (*Castany 1971*) es decir de la precipitación se le restan los valores de evapotranspiración y escurrimiento y da como resultado el volumen que se infiltra.

$$I = P – Et - Es$$

Dónde:

I = Volumen de Infiltración del SAR, AI y AP m^3

P = Volumen de Precipitación del SAR, AI y AP m^3

Et = Volumen de Evapotranspiración del SAR, AI y AP m^3

Es = Volumen medio anual de Escurrimiento del SAR, AI y AP m^3

IV.4.2.1.2. Resultados

Como se observa en la siguiente tabla, del total precipitado en el **SAR**, el 81.65% se evapora, el 0.15% se escurre y el 18.2% se infiltra, este último equivale a 48,710,791.22 m³**;** en el **AI**, el 81.65% se evapora, el 1.9% se escurre y el 16.45% se infiltra, este último equivale a 3,034,552.42 m³.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.129. Resultados del balance hídrico en el **SAR** y **AI**.

Variable	SAR		AI	
	Volumen en m³	%	Volumen en m³	%
Precipitación	267,573,244.05	100.00%	18,441,614.52	100.00%
Evapotranspiración (Et)	218,472,600.80	81.65%	15,057,512.58	81.65%
Escurrimiento (Es)	389,852.03	0.15%	349,549.52	1.90%
Infiltración (I)	**48,710,791.22**	**18.20%**	**3,034,552.42**	**16.45%**
BH	0.00	0.00%	0.00	0.00%

En el **AP**, en condiciones actuales del 100% que se precipita el 81.65% se evapora, el 1.99% se escurre y el 16.36% se infiltra, esta última cifra equivale a un volumen de 63,350.77 m³.

Mientras que, al remover la vegetación en el AP del 100% que se precipita el 81.65% se evaporará, el 5.19% se escurrirá y el 13.17% se infiltrará, cifra equivalente a un volumen de 50,974.10 m³; por lo tanto, habrá una disminución de 12,376.66 m³ (19.54%) en el volumen de infiltración.

Tabla IV.130. Resultados del balance hídrico en el **AP**.

Variable	AP condiciones actuales		AP con Proyecto sin medidas	
	Volumen en m³	%	Volumen en m³	%
Precipitación	387,189.18	100.00%	387,189.18	100.00%
Evapotranspiración (Et)	316,138.59	81.65%	316,138.59	81.65%
Escurrimiento (Es)	7,699.83	1.99%	20,076.49	5.19%
Infiltración (I)	**63,350.77**	**16.36%**	**50,974.10**	**13.17%**
BH	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Disminución de la infiltración	--	--	12,376.66	19.54%

IV.4.3. Captura de carbono

Las plantas verdes absorben el carbono de la atmósfera a través de la fotosíntesis, separando el átomo de carbono del átomo del oxígeno. El oxígeno es devuelto a la atmósfera y el carbono es empleado para producir la biomasa en forma de raíces, tallos y follaje (*Tipper, 1996; Brown, 1996; PICC, 1995*).

Actualmente la quema de combustibles fósiles provoca el 80% de las emisiones totales de CO_2 a la atmósfera y el 20% se debe a los procesos de deforestación. Estas son las causas principales del aumento en la concentración atmosférica del CO_2 de 280 ppm a 360 ppm en los últimos 200 años, con una tasa de incremento de 1.8 ppm año" (*Cannel, 1996*).

La cantidad de carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación presentes se tomó de datos contenidos en la publicación de la CONANP (*Bezaury-Creel J.E.2009*). El Valor de los Bienes y Servicios que las Áreas Naturales Protegidas proveen a los mexicanos. (*The Nature Conservency Programa México-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México*).

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla IV.131. Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México.

Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México (TCO_2e/Ha)	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	Total
Bosque de coníferas	118	120	19	257
Bosque de encino	105	126	5	236
Bosque mesófilo de montaña	189	205	36	430
Selva perennifolia	186	115	4	305
Selva tropical caducifolia, su caducifolia y bosque espinoso	54	100	0	154
Matorral xerófilo y vegetación semiárida	19	60	1	80
Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	16	81	0	97
Vegetación acuática y subacuática	223	59	0	282

Tabla IV.132. Carbono almacenado en diferentes tipos de cultivo.

Cultivo/Carbono	Toneladas/Ha promedio 2000/2007	Precio promedio en Mx por tonelada cultivos 2000/2007 TCO_2e 2005/2007	Valor total de la producción/servicio por hectárea
Aguacate	9.9	6,574.6	65,089
CO_2 (Precio ponderado 2007)	161	191.6	30,848
Caña de azúcar	73.8	325.4	24,015
Arroz	4.5	1,744.0	7,848
Maíz	2.8	1,723.3	4,825
Frijol	0.7	6,024.2	4,217
Soya	1.6	2,493.1	3,989
CO_2 (Precio ponderado 2007)	161.3	19.2	3,091

Conforme a dicha información, en seguida se presentan los resultados de la estimación del carbono (CO_2) almacenado por la vegetación forestal y no forestal presente en el **SAR, AI** y **AP**; mientras que la memoria de cálculo se presenta en el **Anexo IV.4, hoja CO2_SAR_AI_AP**.

Como se observa en la siguiente tabla, la cantidad de carbono captado por los diferentes tipos de vegetación presente actualmente en la superficie total del **SAR** corresponde a 2,357,905.43 ton/año, en el **AI** es de 100,872.88 ton/año y en el **AP** corresponde a 2,050.72

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

ton/año, este último corresponde al 0.09% del total captado en el **SAR** y al 2.03% del total captado en el **AI**. Al remover la vegetación la captura de carbono será 0, lo que significa una disminución del 0.09% a nivel del SAR y 2% a nivel del AI.

Tabla IV.133. Resultados de la estimación de captura de carbono en el SAR, AI y AP.

Concepto	Ton CO2 condiciones actuales	CO2 al remover la vegetación	
		Ton al remover la vegetación del AP	Porcentaje de disminución
CO2 capturado en el SAR	2,357,905.43	2,355,854.71	0.09%
CO2 capturado en el AI	100,872.88	98,822.16	2.0%
CO2 capturado en el AP	2,050.72	0.00	100.00%
Porcentaje con respecto al total captado en el SAR	0.09%		
Porcentaje con respecto al total captado en el AI	2.03%		

IV.4.4. Generación de oxígeno

La generación de oxígeno tiene relevancia porque es una sustancia que comprende una importante parte de la atmósfera y resulta necesario para sostener la vida terrestre, es el elemento más abundante en la corteza terrestre formando prácticamente la mitad de su masa, pero debido a su reactividad química, el oxígeno no puede permanecer en la atmósfera terrestre como elemento libre sin ser reabastecido constantemente por la acción fotosintética de los organismos que utilizan la energía solar elemental a partir del agua y dado que constituye la mayor parte de la masa del agua, es también el componente mayoritario de la masa de los seres vivos.

Los ecosistemas nos proporcionan varios servicios ambientales de acuerdo con sus elementos bióticos y abióticos, entre los primeros son de gran importancia los que prestan los diferentes tipos de vegetación, ya que el dióxido de carbono (CO_2) presente en la atmosfera es absorbido por las plantas, a través del proceso de la fotosíntesis. Por este medio convierten la energía solar en energía química la cual es aprovechada por los organismos vivos (*Gayoso, 2005*).

El oxígeno generado por las plantas se obtiene en diferentes cantidades ya que depende de la especie y tamaño de los árboles, pero sobre todo de la velocidad de crecimiento. El O_2 es proporcional a la tasa de crecimiento e incremento de biomasa (*Norwak et al. 2007*).

La producción de oxígeno de un árbol durante un año, está directamente relacionada con la cantidad de carbono almacenado, mismo que se encuentra almacenado en la biomasa de los árboles y si la captación de Dióxido de Carbono durante la fotosíntesis excede la liberación de Dióxido de Carbono por la respiración durante el año, el árbol acumulara carbono (*Norwak et al. 2007*). De este modo, un árbol que tiene una acumulación neta de

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

carbono durante un año (crecimiento de los árboles) también tiene una producción neta de oxígeno (*Yolasigmaz y Keles, 2009*).

De acuerdo con lo mencionado por Salisbury y Ross (1978) la producción neta de Oxigeno de los árboles se basa en la cantidad de Oxigeno producido durante la fotosíntesis menos la cantidad de Oxigeno consumido durante la respiración de las plantas.

Fotosíntesis: n(CO2) + n(H2O) + luz → (CH2O)n+nO2

Respiración: (CH2O)n + nO2 → n(CO2) + n(H2O) + energía

De este modo la cantidad de Oxígeno producido se estima a partir de la captura de Carbono en base a los pesos atómicos:

Producción neta de O_2 (Kg/año) = Carbono secuestrado en la biomasa (ton/año) * (32/12).

Conforme a dicha información y como se observa en la siguiente tabla, la cantidad de oxígeno generado por los diferentes tipos de vegetación presentes actualmente en la superficie total del **SAR** corresponde a 6,287,747.81 ton/año, en el **AI** es de 268,994.35 ton/año y en el **AP** corresponde a 5,468.59 ton/año, este último corresponde al 0.09% del total generado en el **SAR** y al 2.03% del total generado en el **AI**. Al remover la vegetación la generación de oxígeno será 0, lo que significa una disminución del 0.09% a nivel del SAR y 2.0% a nivel del AI.

Tabla IV.134. Resultados de la estimación de generación de oxígeno en el SAR, AI y AP.

Concepto	Ton O2 condiciones actuales	O2 al remover la vegetación	
		Ton al remover la vegetación del AP	Porcentaje de disminución
Generación de O2 en el SAR	6,287,747.81	6,282,279.22	0.09%
Generación de O2 en el AI	268,994.35	263,525.77	2.0%
Generación de O2 en el AP en condiciones actuales	5,468.59	0.00	100.00%
Porcentaje con respecto al total captado en el SAR	0.09%		
Porcentaje con respecto al total captado en el AI	2.03%		

La memoria de cálculo se presenta en el **Anexo IV.4, hoja GENERACION O2 SAR_AI_AP** de este estudio.

IV.5. Diagnóstico ambiental

Este apartado tiene como objetivo analizar la información recabada para cada uno de los factores ambientales bióticos, abióticos y socioeconómicos presentes en el **SAR, AI** y **AP,** mismos que fueron descritos a lo largo del presente capítulo; para lo cual en primer lugar

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

se definieron los indicadores de calidad ambiental a emplear para posteriormente realizar una síntesis del inventario y con esta información formular un diagnóstico del área de estudio en su situación actual.

IV.5.1.1. Indicadores de calidad ambiental

En la siguiente tabla se describen los indicadores de calidad ambiental, varios de los cuales fueron tomados de diferentes fuentes bibliográficas oficiales tales como I**NEGI, CONABIO, CONAPO, CONAGUA, INECC** y artículos científicos; mientras que, de aquellos factores ambientales sin indicadores disponibles en la región, tales como aire y confort sonoro, se establecieron los que se indican con fines descriptivos.

Tabla IV.135. Indicadores de calidad ambiental.

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
Abiótico	Clima	Índice de vulnerabilidad al cambio climático (INECC, 2022)	Indicador que mide el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos. El Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC), contiene 6 clases de vulnerabilidad13, de las cuales se seleccionaron 2 para la descripción del área de estudio: vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones y a deslaves actual.	Índice de vulnerabilidad a inundaciones Baja Media Alta Muy alta
				Índice de vulnerabilidad a deslaves Baja Media Alta Muy alta
	Suelos	Clase de erosión hídrica	El grado de desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción del agua y que son acelerados por la acción del hombre.	Baja <50 ton/ha/año
				Media 50-100 ton/ha/año
				Considerable 100-150 ton/ha/año
				Alta 150-200 ton/ha/año
				Muy alta 200-250 ton/ha/año
				Extrema

[13] Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones, vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves, vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue, vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones, vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico y vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
				>250 ton/ha/año
		Clase de erosión eólica	El grado de desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción del viento y que son acelerados por la acción del hombre.	Sin erosión <12 ton/ha/año
				Ligera 12-50 ton/ha/año
				Moderada 50-100 ton/ha/año
				Alta 100-200 ton/ha/año
				Muy alta >200 ton/ha/año
	Hidrología	Disponibilidad media anual (DMA)	Es el volumen medio anual de agua subterránea que, cuando es positivo, puede ser extraído de un acuífero para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas. Cuando este valor es negativo indica un déficit.	Disponibilidad
				Déficit
		Cantidad	Balance hídrico Consiste en cuantificar y sumar los flujos de en-trada y salida de la cuenca, así como aquéllos de consumo y retorno que ocurren en su interior, para obtener la variación del volumen de agua durante el intervalo en el que se cuantifican los flujos (INEGI).	Se indican los volúmenes de escurrimiento y precipitación, susceptibles de modificarse con la implementación del Proyecto.
	Aire	Calidad del aire	Fuentes emisoras de gases de combustión, cercanía con las principales carreteras estatales y federales.	Se describe la condición a nivel de SAR, AI y AP mediante la presencia de fuentes antropogénicas generadoras de emisiones o ruido; principalmente fuentes móviles y de área.
		Confort sonoro	Fuentes emisoras de ruido, cercanía con las principales carreteras estatales y federales.	
Biótico	Biodiversidad (flora y fauna)	Índices de diversidad de Shannon (Margaleft, 1972 y Moreno, 2001)	Índice Shannon: uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, el índice refleja la heterogeneidad de una comunidad	Diversidad alta: H' > 3.5
				Diversidad alta: H' entre 2 y 3.5
				Diversidad alta: H' < 2

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
			sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.	
		Presencia de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010) y/o endémicas.	Especies presentes en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última actualización 2019. Especies con algún nivel de endemismo.	E: probablemente extinta en el medio silvestre. P: en peligro de extinción. A: amenazada. Pr: sujeta a protección especial.
				Endémicas: sólo habitan en un lugar determinado. Microendémicas: tienen distribución muy restringida. Cuasiendémicas: rebasan los límites biogeográficos del área escogida. Semiendémicas: pasan solamente una época del año en un país o región.
Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística (Escribano et al., 1991, MOPT, 1993 y Muñoz-Pedreros, 2004)	Se refiere a las características del paisaje que presentan valores de estética, singularidad y naturalidad, incluye tres aspectos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.	Alta
				Media
				Baja
		CAV / Fragilidad (Escribano et al., 1991)	Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios que ahí se produzcan, a mayor CAV menor fragilidad y viceversa.	Alta
				Media
				Baja
Socioeconómico	Condiciones de vida de la población	Grado de marginación (CONAPO, 2020)	Es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en	Muy alto
				Alto
				Medio
				Bajo
				Muy bajo

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
			localidades pequeñas.	
	Factores económicos	Empelo y ocupación	Población de 12 años y más económicamente activa, ocupada o desocupada en la semana de referencia.	PEA ocupada
				PEA desocupada

IV.5.1.2. Interpretación

De acuerdo con la información presentada a lo largo de este capítulo, y considerando los indicadores de calidad ambiental descritos en la tabla anterior, en seguida se presenta la síntesis del inventario, el cual resume las condiciones actuales del **SAR**, **AI** y **AP**.

Medio	Factor	Indicador de calidad	SAR	AI	AP
Abiótico	Clima	Vulnerabilidad a inundaciones:	Alta-media	Alta	Alta
		Vulnerabilidad a deslaves:	Sin evaluación	Sin evaluación	Sin evaluación
	Suelos	Clase de erosión	Clase baja Hídrica= 3.20 ton/ha/año Clase sin erosión Eólica= 8.31 ton/ha/año	Clase baja Hídrica= 2.17 ton/ha/año Clase sin erosión Eólica= 8.26 ton/ha/año	Clase baja Hídrica= 1.5 ton/ha/año Clase sin erosión Eólica= 6.86 ton/ha/año
	Hidrología	Disponibilidad media anual (DMA)	Acuífero Península de Yucatán DMA = 2059.634923 hm³/año.		
		Balance hídrico	Precipitación = 100% Evapotranspiración (Et) = 81.65% Escurrimiento (Es) = 0.15% Infiltración (I) = 18.20% BH = 0	Precipitación = 100% Evapotranspiración (Et) = 81.65% Escurrimiento (Es) = 1.90% Infiltración (I) = 16.45% BH = 0	Precipitación = 100% Evapotranspiración (Et) = 81.65% Escurrimiento (Es) = 1.99% Infiltración (I) = 16.36% BH = 0
	Aire	Calidad del aire	El municipio de Campeche en el cual se ubica la mayor parte del SAR, así como la totalidad del AI y AP presenta principalmente emisiones de SO2 y CO; las emisiones de SO2 provienen principalmente de fuentes fijas de petróleo y petroquímica, así como generación de energía eléctrica, mientras que el CO proviene principalmente de fuentes móviles (vehículos de transporte), así como fuentes de área agropecuarias. Sin embargo, a nivel del SAR, AI y AP las que podrían tener mayor presencia debido a los usos de suelo e instalaciones identificadas son las fuentes agropecuarias y fuentes móviles de vehículos de transporte. Las fuentes agropecuarias son generadoras principalmente de NH3, específicamente de emisiones ganaderas y aplicación de fertilizantes, seguida de CO proveniente de quemas agrícolas. En el caso de las fuentes móviles general principalmente CO y NOx proveniente principalmente de motocicletas, autos particulares y autobuses.		

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Factor	Indicador de calidad	SAR	AI	AP
		Confort sonoro	Los principales elementos de alteración del confort sonoro en el SAR, AI y AP son los vehículos de transporte, se observa la presencia de vías férreas así como carreteras, en donde se generarían los mayores decibeles de ruido.		
Biótico	Biodiversidad (flora)	Riqueza e índice de diversidad de Shannon (Margaleft, 1972 y Moreno, 2001)	Riqueza total: 120 especies Shannon • Arbóreo: 3.7128 diversidad alta. • Arbustivo: 2.6020 diversidad media. • Epífitas: 1.8414 diversidad baja. • Herbáceo: 2.4489 diversidad media. • Palmas: 0 diversidad baja.	Riqueza: 105 especies Shannon • Arbóreo: 3.5464 diversidad alta. • Arbustivo: 2.5046 diversidad media. • Palmas: 0 diversidad baja. • Herbáceo: 1.8802 diversidad baja	Riqueza: 110 especies Shannon • Arbóreo: 3.7289 diversidad alta. • Arbustivo: 2.6520 diversidad media. • Herbáceo: 2.1869 diversidad media. • Palmas: 0 diversidad baja.
		Presencia de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010) y/o endémicas. (Muestreo)	<u>Especies en NOM-059</u> *Sin registro* <u>Endémicas</u> *Platymiscium yucatanum* *Randia truncata* *Ayenia fasciculata* *Casearia yucatanensis* *Eumachia microdon*	<u>Especies en NOM-059</u> *Sin registro* <u>Endémicas</u> *Platymiscium yucatanum* *Randia longiloba* *Randia truncata* *Ayenia fasciculata* *Casearia yucatanensis* *Chiococca motleyana* *Eumachia microdon*	<u>Especies en NOM-059</u> *Sin registro* <u>Endémicas</u> *Randia longiloba* *Randia truncata* *Ayenia fasciculata* *Casearia yucatanensis* *Chiococca motleyana* *Eumachia microdon*
		Presencia de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010) y/o endémicas. (Revisión bibliográfica)	<u>Especies en NOM-059</u> Sin registro <u>Especies endémicas</u> *Coulteria platyloba* *Platymiscium yucatanum* *Randia longiloba*		
	Biodiversidad (fauna)	Índices de diversidad de Shannon (Margaleft, 1972 y Moreno, 2001)	Aves: diversidad media. Herpetofauna: diversidad baja. Mamíferos terrestres: diversidad baja. Murciélagos: diversidad baja.	Aves: diversidad media. Herpetofauna: diversidad baja. Mamíferos terrestres: diversidad baja. Murciélagos: diversidad baja.	Aves: 3.6991 diversidad alta. Herpetofauna: 3.0836 diversidad media. Mamíferos terrestres: 3.0947 diversidad media. Murciélagos: 2.0281 diversidad media.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Medio	Factor	Indicador de calidad	SAR	AI	AP
		Presencia de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010) y/o endémicas. (Muestreo)	Especies en NOM-059	Especies en NOM-059	Especies en NOM-059 **Aves** *Amazona albifrons* *Eupsittula nana* *Polioptila bilineata* *Astur bicolor* **Mamíferos terrestres** *Coendou mexicanus* **Herpetofauna** *Coleonyx elegans* *Ctenosaura similis*
		Presencia de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010) y/o endémicas. (Revisión bibliográfica)	**Bibliográfica**: Especies en NOM-059 • **Aves** *Geranoaetus albicaudatus (Pr)* *Rostrhamus sociabilis (Pr)* *Falco femoralis (A)* *Micrastur semitorquatus (Pr)* *Aramus guarauna (A)* *Passerina ciris (Pr)* *Pteroglossus torquatus (Pr)* *Amazona albifrons (Pr)* *Eupsittula nana (Pr)* *Crypturellus cinnamomeus (Pr)* • **Reptiles** *Ctenosaura similis* (A) *Rhinoclemmys areolata* (A) *Claudius angustatus* (P) *Kinosternon cruentatum* (Pr) Especies con endemismo • **Aves** *Amazilia yucatanensis (cuasiendémica)* *Colinus nigrogularis (cuasiendémica)* *Cyanocorax yucatanicus (cuasiendémica)* *Icterus auratus (cuasiendémica)* *Icterus cucullatus (semiendémica)* *Arremonops rufivirgatus (cuasiendémica)* *Melanerpes pygmaeus (cuasiendémica)*		
Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística (Escribano et al., 1991, MOPT, 1993 y Muñoz-Pedreros, 2004)	Media	Media	
		CAV / Fragilidad	CAV alta Fragilidad baja	CAV alta Fragilidad baja	
Socioeconómico	Condiciones de vida de la población	Grado de marginación (CONAPO, 2020)	Campeche presenta un índice de marginación muy bajo, indicador que sugiere que la mayor parte de la población tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes.		
	Factores económicos	Empelo y ocupación	PEA: 62.3% PNEA: 37.5%		

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Clima

En el **SAR, AI** y **AP** se presenta una sola clase de clima: cálido subhúmedo, en donde de acuerdo con la estación climatológica más próxima al AP, AI y SAR, se tiene una temperatura promedio de 26°C, con una temperatura mínima de 19.3°C y una máxima de 32.8 °C, las temperaturas más altas se dan en los meses de abril a junio en las cuales se tiene una normal de hasta 28.4°C con una máxima de 36 °C; mientras que, los meses más fríos son diciembre y enero con una temperatura de alrededor de 23 °C. La precipitación total anual es de 1323 mm; los meses más lluviosos son de junio a septiembre, con precipitaciones de hasta 260.2 mm en junio, mientras que los meses de menor precipitación son de febrero a abril.

Con respecto a la incidencia de fenómenos meteorológicos se observa que, el **SAR**, **AI** y **AP** presentan un nivel de riesgo muy bajo por heladas, medio en su mayor parte por ciclones tropicales, así como un nivel de peligro muy bajo por granizo y bajo por sequía.

En cuanto a la vulnerabilidad al cambio climático se observa que, el **SAR, AI** y **AP** se ubican en una zona con vulnerabilidad alta a inundaciones.

Geomorfología

El **SAR**, **AI** y **AP** se ubican en sistemas de topoformas de lomeríos y llanuras, específicamente lomerío bajo y llanura de depósito lacustre con lomerío; la mayor parte en lomerío bajo, especialmente el **AP** y **AI**. El **SAR** está en un rango de altitud de 0 a 150 msnm, con una pendiente dominante menor a 5%.

Dentro del **SAR, AI** y **AP** no se tiene incidencia de fallas o fracturas geológicas y se ubican en una zona de baja sismicidad e intensidad sísmica (zona A, zona III de intensidad). Debido al relieve llano el peligro por deslizamientos es bajo, sin riesgo de hundimiento, pero presenta un peligro alto por inundaciones

Suelos

En el **SAR** los tipos de suelo presentes son leptosol, luvisol, nitosol, phaeozem y vertisol, en el **AI** y **AP** son leptosol, luvisol, nitosol y phaeozem; de los cuales los tipos de suelo dominantes son los leptosoles, los cuales son suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos.

En cuanto a procesos erosivos, de acuerdo con la cartografía la mayor parte del **SAR**, así como la totalidad del **AI** y **AP** se encuentran en áreas clasificadas como sin erosión, la cartografía sólo identifica 3 polígonos en el **SAR** que se encuentran afectados por erosión hídrica laminar en grado leve y moderado; así mismo, la zona sur del **SAR** presente un área en donde se identifica degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, en grado ligero, con causa principal las actividades agrícolas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En cuanto a la erosión hídrica, en el **SAR** se obtuvo una tasa de erosión de 3.2 ton/ha/año, en el **AI** es de 2.17 ton/ha/año y en el **AP** es de 1.5 ton/ha/año; lo cual extrapolado a la totalidad de la superficie corresponde a 64,646.25 ton/año en el SAR, 3,026.02 ton/año en el AI y 43.77 ton/año en el AP, este último corresponde al 0.07% del total del SAR y 1.45% del total del AI. Dichas tasas de erosión se consideran bajas al ser menores a 50 ton/ha/año.

Con respecto a la erosión eólica, Se obtuvo una tasa de erosión eólica actual para el SAR de 8.31 ton/ha/año, en el AI es de 8.26 ton/ha/año y en el AP es de 6.86 ton/ha/año, las cuales se clasifican como sin erosión al ser menores a 12 ton/ha/año.

Agua

Dentro del **SAR, AI** y **AP** se localizan escurrimientos de tipo intermitente y solo un flujo virtual al sur del SAR; específicamente el AP incide en 3 tramos de escurrimientos intermitentes con longitudes de 48, 104 y 102 m, sin embargo, al tratarse de infraestructura aérea su cauce no resultará afectado.

Con respecto a la presencia de humedales, el **SAR**, **AI** y **AP** inciden en humedales clasificados como suelos palustres, sin embargo, se observa que esta condición es característica de gran parte de la región al ubicarse en suelos palustres.

En cuanto a la hidrología subterránea, el **SAR, AI** y **AP** inciden sobre el acuífero Península de Yucatán, el cual presenta disponibilidad de aguas subterráneas de 2059.63 hm³/año, cuyo uso principal es el agrícola, por lo tanto, presenta tendencia a continuar su extracción para los mismos fines.

En cuanto al balance hídrico se obtuvo que, del total precipitado en el **SAR**, el 81.65% se evapora, el 0.15% se escurre y el 18.2% se infiltra, este último equivale a 48,710,791.22 m³**;** en el **AI**, el 81.65% se evapora, el 1.9% se escurre y el 16.45% se infiltra, este último equivale a 3,034,552.42 m³. En el **AP**, en condiciones actuales del 100% que se precipita el 81.65% se evapora, el 1.99% se escurre y el 16.36% se infiltra, esta última cifra equivale a un volumen de 63,350.77 m³.

Aire

El municipio de Campeche en el cual se ubican la mayor parte del **SAR**, **AI** y **AP** presenta emisiones sobresalientes de SO2 y CO, las emisiones de SO2 provienen principalmente de fuentes fijas de petróleo y petroquímica, así como generación de energía eléctrica, mientras que el CO proviene principalmente de fuentes móviles (vehículos de transporte), así como fuentes de área agropecuarias. Sin embargo, a nivel del SAR, AI y AP las que podrían tener mayor presencia debido a los usos de suelo e instalaciones identificadas son las fuentes agropecuarias y fuentes móviles de vehículos de transporte. Las fuentes agropecuarias son generadoras principalmente de NH3, específicamente de emisiones ganaderas y aplicación de fertilizantes, seguida de CO proveniente de quemas agrícolas. En el caso de las fuentes

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

móviles general principalmente CO y NOx proveniente principalmente de motocicletas, autos particulares y autobuses.

Vegetación

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII del **INEGI**, escala 1:250,000, el **SAR** tienen incidencia en usos de suelo de bosque cultivado, pastizal cultivado, agricultura de riego y de temporal; así como en los tipos de vegetación de selva baja espinosa subperennifolia y selva mediana subcaducifolia en fase secundaria; mientras que, el **AI** y **AP** se encuentran en pastizal cultivado, agricultura de temporal y vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Sin embargo, para determinar el uso actual del suelo y tipos de vegetación *in situ*, presentes en el **área del Proyecto**; se procedió a generar como base el archivo shapefile (shp) de uso actual del suelo y tipos de vegetación, el cual fue mediante un digitalizado a mano alzada sobre imagen de satélite Esri-DigitalGlobe, 2025 y sobre imagen de satélite Sentinel 2B setiembre 2025. También se utilizó como insumo el trazo del Proyecto toda la información generada en gabinete fue cotejada en campo. También se procedió a realizar una prospección en campo mediante recorridos y sitios de muestreo realizados en el **AI** y **SAR** para determinar los usos actuales del suelo y los tipos vegetación por cada uso de manera *in situ.* Derivado de lo cual se determinó que la superficie forestal presente en el área del **Proyecto** corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, presente en una superficie de 13.021 ha en el **área del Proyecto**, lo cual representa el 44.5% de la superficie total; mientras que, la superficie restante está ocupada por agricultura de maíz y sorgo.

De acuerdo con el muestreo realizado se registraron 120 especies en el SAR, 105 en el AI y 110 especies en el AP, obteniéndose una diversidad alta para el estrato arbóreo y una diversidad media para el estrato arbustivo de las 3 áreas, así como una diversidad de media a baja para los otros estratos correspondientes al herbáceo, palmas y epífitas.

No se registraron especies en la NOM-059-SEMARNAR-2010, pero se registraron 5 especies endémicas en el SAR, 7 en el AI y 6 en el AP.

Fauna

Medio socioeconómico

A nivel municipal Campeche presenta un índice de marginación muy bajo, indicador que sugiere que la mayor parte de la población tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes. Indicadores socioeconómicos de la región que sugieren baja marginación son que, el municipio tiene una tasa de alfabetización del 99.3% para habitantes de 15 a 24 años y del 95.9% para habitantes de 25 años y más, la mayor parte de la población del municipio (80.4%) se encuentra afiliada a algún servicio de salud. La mayor parte de las viviendas

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

cuentan con servicios de agua entubada, drenaje, servicio sanitario, energía eléctrica y acceso a bienes, así como a tecnologías de la información y comunicación.

La Población Económicamente Activa de este municipio es del 62.3% (población de 12 años y más), mientras que, la población no económicamente activa (PNEA) es de 37.5%, la mayoría estudiantes y personas dedicadas a quehaceres de su hogar.

Paisaje

El **SAR** se asocia con topoformas de llanuras y lomerío bajo, por lo tanto, la mayor parte del territorio presenta como limitante de la visibilidad la nitidez o agudeza visual, la vegetación presente y lomeríos, los cuales se consideran factores que limitan la visibilidad..

De acuerdo con la valoración del paisaje en el **SAR**, **AI** y **AP** se obtuvo un puntaje de 15 puntos, por lo que se cataloga en la clase B, correspondiente a áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales; los factores con mejor puntaje tienen que ver con el relieve de llanuras, que no presenta rasgos excepcionales y la presencia de actuación humana que resta calidad al paisaje, principalmente la presencia de pastizales y áreas agrícolas.

Por otro lado, se obtuvo una CAV de 33 puntos, lo que indica que el área corresponde a una zona con capacidad de absorción visual alta, y por lo tanto posee una fragilidad paisajística baja, es decir, posee una alta capacidad para absorber los cambios que ahí se produzcan.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Documento Técnico Unificado (DTU)
Modalidad B - Regional

PROYECTO:

“LÍNEA DE TRANSMISIÓN NORTE LA ALEGRÍA SOLAR”

PROMOVENTE:

“SUNSTONE POWER 2, S. DE R.L. DE C.V.”

Sunstone Power

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

PREPARADO PARA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Escárcega, Campeche

Enero, 2026

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad [redacted]
1495 / 55 [redacted]

TABLA DE CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1

V.1. METODOLOGÍA 2
V.1.1. Identificación de impactos 3
V.1.2. Caracterización y valoración de los impactos 4
V.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 10
V.2.1. Actividades relevantes 10
V.2.2. Indicadores de los factores ambientales 11
V.2.3. Identificación de las interacciones 12
V.2.4. Descripción de las interacciones 17
V.2.5 Identificación de los impactos ambiéntales 24
V.3. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 27
V.3.1. Caracterización de los impactos por factor ambiental 59
V.4. IMPACTOS ACUMULATIVOS 69
V.4.1, Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del Sistema Ambiental Regional. 69
V.5. IMPACTOS SINÉRGICOS 72
V.6. IMPACTOS RESIDUALES 74
V.7. CONCLUSIONES 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales 2
Figura V.2. Interacciones identificadas por componente ambiental. 15
Figura V.3. Interacciones identificadas por etapa del proyecto. 16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios. 5
Tabla.V.2. Actividades del Proyecto. 10
Tabla V.3. Factores ambientales e indicadores. 11
Tabla V.4. Matriz general de interacciones del Proyecto (- = interacciones adversas, + = interacciones benéficas). 13
Tabla V.5. Descripción de las interacciones en todas las etapas del Proyecto. 17
Tabla V.6. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el proyecto (etapa: PS: preparación del sitio, C: construcción, OM: operación y mantenimiento, CA: cierre y abandono) 24
Tabla V.7. Justificación de la Valoración de impactos. 28
Tabla V.8. Valoración de impactos. 52
Tabla V.9. Matriz de significancia del impacto con y sin medidas. 59
Tabla V.10. Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en el SAR. 70
Tabla V.11. Impactos sinérgicos del Proyecto. 72
Tabla V.12. Impacto residual del Proyecto. 74
Tabla V.13. Valor de significancia de los impactos identificados sin medidas. 76
Tabla V.14. Valor de significancia de los impactos identificados con medidas. 80

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

V. Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional

El impacto ambiental constituye una modificación al medio. De acuerdo con Espinoza (2001), un impacto ambiental es una alteración provocada por las acciones humanas cuya trascendencia deriva de la vulnerabilidad territorial según el contexto y las características de cada proyecto. Técnicamente puede entenderse que un impacto ambiental no sólo es un cambio, sino que es una alteración de la línea base ambiental que modifica la calidad ambiental (Martín, 2002).

La evaluación de impacto ambiental (**EIA**) tiene como objetivo identificar, predecir, interpretar, prevenir, valorar y comunicar el impacto que la realización de un proyecto, planes, programas o acciones normativas acarreará sobre su entorno (Carter, 1998; Cotán-Pinto, 2007), es decir, sobre el medio ambiente. De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), en términos generales la **EIA** es un proceso de análisis, más o menos largo y complejo, encaminado a que los agentes implicados en los proyectos vinculados a ella formen un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre sus posibles efectos ambientales y sobre la posibilidad de evitarlos, reducirlos a niveles aceptables o compensarlos.

Los diversos constituyentes del medio ambiente, entre los cuales se desarrolla la vida en el planeta, se conocen y estudian bajo el nombre de componentes y factores ambientales. Los factores ambientales son susceptibles de ser modificados por las actividades del hombre y estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar graves problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suele ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores y, entonces, ser fácilmente soportables (Conesa, 2009).

Los factores ambientales considerados por los organismos internacionales competentes pertenecen a los siguientes componentes ambientales (Conesa, 2009):

- El aire, el clima, el agua y el suelo.
- El hombre, la flora y la fauna.
- El paisaje.
- Las interacciones entre los anteriores.
- Los bienes materiales, la calidad de vida y el patrimonio cultural.

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción consecuencia de un proyecto o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. La alteración se mide y el impacto se evalúa por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno, o alguno de los factores que lo constituyen, en ausencia de la actividad causante y la que tiene en presencia de esta (Conesa, 2009; Gómez y Gómez, 2013).

En este sentido, la **EIA** es el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente mediante la identificación, descripción y evaluación de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con la ley, de los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los factores ambientales (Conesa, 2009).

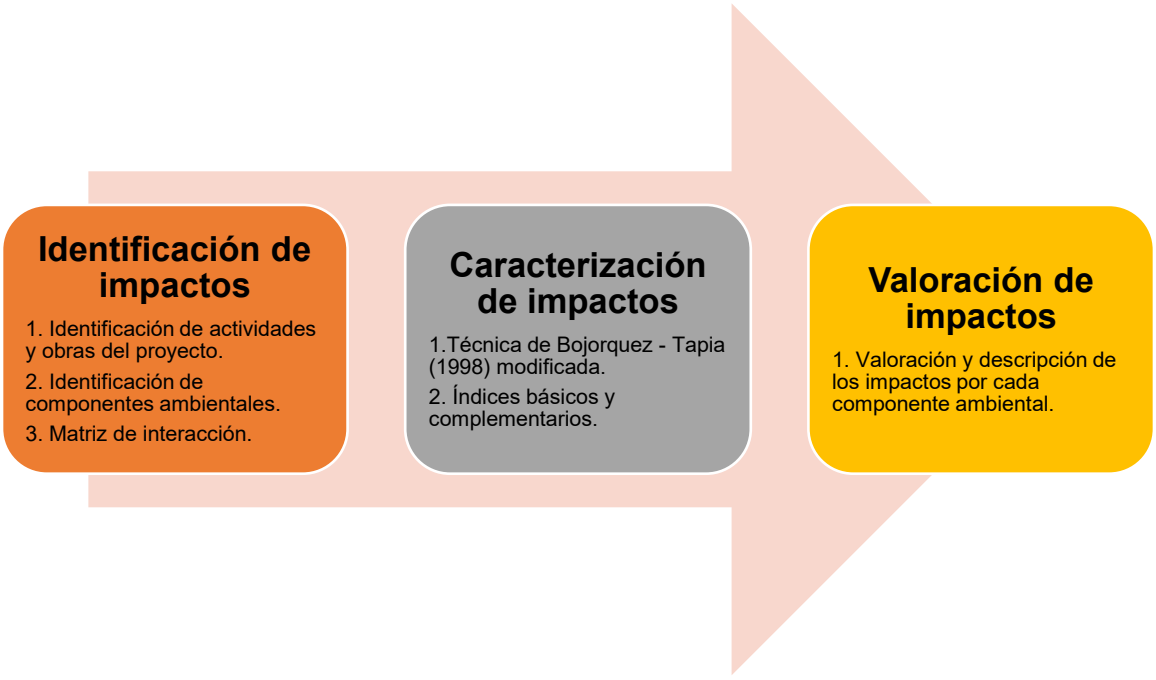
Un proceso de evaluación de impacto ambiental se expresa en una secuencia lógica de pasos, que se constituyen en elementos clave al momento de ser aplicados a las acciones humanas que interesa

evaluar para resguardar el cumplimiento de los objetivos ambientales.

La identificación de impactos ambientales es una parte sustancial del proceso de evaluación, por lo que se abordará con base en un esquema metodológico que considera tanto el entorno ambiental del **Proyecto** como las características particulares y la naturaleza de este.

El proceso general y método de evaluación que se empleará en la identificación y evaluación de impactos ambientales se puede resumir en el esquema presentado en la Figura V.1.

Figura V.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales.



V.1. Metodología

Entre los métodos empleados para la evaluación de impacto ambiental destacan las listas de verificación, las matrices de interacción y la superposición de capas vectoriales de distintas temáticas. Las matrices interactivas (causa-efecto) por su facilidad de integrar la información han sido las más utilizadas en la evaluación de impacto ambiental, ya que permiten evaluar las acciones del proyecto o actividades sobre los factores ambientales (Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio, 1989).

La mejor herramienta para determinar los impactos son las matrices de relaciones causa – efecto, de las cuales existen muchas variantes y la más conocida de ellas es Matriz de Leopold (Garmendia, *et al*. 2005).

La matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental (Cotán-Pinto, 2007). Es un método indirecto de evaluación de impactos, ya que lo que realmente se califica son las interacciones entre el **Proyecto** y el ambiente, sin darle ningún nombre al impacto que se presenta en esa interacción (Arboleda, 2008). Consiste en una matriz en que las

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

entradas según las columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales) que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes (Garmendia, *et al.* 2005; Cotán-Pinto, 2007; Arboleda, 2008).

De acuerdo con lo anterior, para identificar y valorar los posibles impactos generados a causa del desarrollo del **Proyecto** se empleará la matriz interactiva de Leopold modificada y la técnica de Bojórquez-Tapia *et al*. (1998).

La metodología consiste en el desarrollo de los siguientes apartados:

1. Identificación de impactos, y
2. Caracterización y valoración de impactos.

V.1.1. Identificación de impactos

V.1.1.1. Construcción de la matriz

El primer paso para la utilización de la matriz de Leopold consiste en construir una matriz de doble entrada (Arboleda, 2008), para lo cual se considerarán primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pudieran ser afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor ambiental) considerados (Cotán-Pinto, 2007).

Por lo tanto, las acciones que comprenden esta fase son las siguientes:

- *Discriminación de las actividades y obras relevantes que se contemplan en el establecimiento del **Proyecto**.* De todas las actividades que contempla el **Proyecto** se seleccionan aquellas relevantes, es decir, las que puedan ocasionar afectaciones al entorno y que se comprenden en las diferentes etapas del mismo.

De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), las acciones que se identifiquen deben ser:

- Concretas.
- Relevantes: ajustadas a la realidad del proyecto y capaces de desencadenar efectos notables.
- Excluyentes. sin solapamientos que puedan llevar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.
- Fácilmente identificables, susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos del proyecto o diagramas del proceso constructivo y productivo.
- Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto.
- Cuantificables: en la medida de lo posible, medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación posible en términos de magnitud (superficie y volumen ocupados, cantidad, tamaño, etc.), localización espacial, flujo: caudal de vertidos, emisiones de vehículos, etc. y momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- *Selección de los indicadores susceptibles a impacto.* La selección de factores y componentes ambientales que pueden ser afectados por el desarrollo del **Proyecto**.

Como en el caso de las acciones, de acuerdo con Gómez y Gómez (2013), los factores que se identifiquen como relevantes, es decir, susceptibles de recibir impactos significativos, deben reunir condiciones de:

- Relevancia: portadores de información importante sobre el estado y funcionamiento del medio.
- Exclusión, sin solapamientos ni redundancias que lleven a repeticiones de impactos.
- De fácil identificación, es decir susceptibles de una definición nítida y de una percepción fácil sobre campo, mapas o información estadística.
- Localización: atribuibles a puntos o zonas concretas del entorno.
- Medibles, cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos de ellos serán intangibles, directa o indirectamente a través de algún indicador.

V.1.1.2. Identificación de interacciones existentes

A través de la matriz descrita en el apartado “Identificación de las interacciones”, se llevará a cabo la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se toma la primera acción y se examina si tiene o no relación con cada uno de los factores ambientales. Este proceso se hace para todas las acciones consideradas en la matriz (Cotán-Pinto, 2007; Arboledas, 2008).

V.1.2. Caracterización y valoración de los impactos

Para la valoración se procedió a calificar el impacto ambiental considerando los criterios básicos (intensidad del impacto, extensión del efecto y duración de la acción) y complementarios (sinergia, acumulación, controversia y mitigación). Los criterios de valoración se presentan en la Tabla V.1.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios.

Escala	Intensidad Del Efecto (I)	Extensión del Efecto (E)	Duración Del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
Definición	La intensidad de un impacto es la medida en que el componente ambiental considerado se aleja de su estado anterior	Es la medida del espacio que ocupa el impacto	La duración de un impacto es el tiempo que transcurre entre su principio y su fin	Definidas por el grado de interacción entre impactos	Definidas por el nivel de acumulación entre impactos	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil.	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación.
0				**Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	**Nula.** Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	**No existe**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	**Nula**. No hay medidas de mitigación
1	**Mínima:** el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	**Puntual:** cuando se limita a un área menor a la extensión total del Proyecto.	**Corta: c**uando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto.	**Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	**Poca.** Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	**Mínima**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	**Baja**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %
2	**Moderada:** el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%.	**Local:** cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	**Mediana: c**uando los impactos se presenten durante más de una etapa del Proyecto.	**Moderada.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	**Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%
3	**Alta:** el componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%.	**Regional:** cuando tiene un área de influencia que supera notoriamente las adyacentes a las áreas del Proyecto.	**Permanente:** cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	**Fuerte.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	**Alta**. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente.	**Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más

Cuando existe incertidumbre para determinar el valor de un criterio, se asigna el valor más alto. Esta regla es consistente con el principio precautorio para los conflictos ambientales, esto es, resta la oportunidad de subestimar un impacto, lo cual minimiza el riesgo público.

Los criterios de las tablas anteriores se utilizan posteriormente para evaluar los Índices Básico y Complementario, respectivamente. Con la evaluación de estos índices se procede a calcular el Índice de Impacto, a partir de este último y con la valoración de las medidas de mitigación se obtiene la significación del impacto; de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Índice Básico. Este índice se obtiene utilizando tres criterios básicos (intensidad, extensión y duración) mediante la siguiente ecuación:

Donde:

Iij = intensidad del impacto

Eij = extensión del impacto

Dij = duración de la acción

El origen de la escala de valoración es de 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice va de $0.33 \leq IB \leq 1$.

Índice complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres criterios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{S_{ij} + A_{ij} + C_{ij}}{9}$$

Donde:

Sij = sinergia del impacto.

Aij = acumulación del impacto.

Cij = controversia.

En este índice el origen de la escala es cero debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente intervalo: $0 \leq IC \leq 1$.

Índice del impacto sin medidas de mitigación. El índice de impacto está dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del impacto se incrementa. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Donde:

IBij = Índice Básico
ICij = Índice Complementario

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad [redacted]
1495 / 55 [redacted]

Índice del impacto con medidas de mitigación. Obtenidos los indicadores IB, IC e II (índice básico, índice complementario e índice de impacto, respectivamente) se procedió a calcular el índice de impacto con medidas de mitigación, tomando en consideración su existencia y, en su caso, eficiencia esperada (Mij), utilizando las siguientes fórmulas:

Para medio abiótico y biótico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - \frac{M_{ij}}{3}\right)$

Para medio socioeconómico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - M_{ij}\right)$

Donde:

Ilij = índice del impacto

Mij = existencia de las medidas de mitigación.

Significancia del impacto. De acuerdo con los valores obtenidos para el índice del impacto, se otorgaron los valores de significancia según los siguientes intervalos:

- Impacto no significativo (NS): 0.000 a 0.200
- Impacto poco significativo (PS): 0.201 a 0.400
- Impacto moderadamente significativo (MS): 0.401 a 0.600
- Impacto significativo (S): 0.601 a 0.800
- Impacto muy significativo (MMS): 0.801 a 1.000

V.2. Identificación de impactos

V.2.1. Actividades relevantes

Con la finalidad de identificar y analizar los impactos ambientales que el **Proyecto** podría provocar sobre el medio ambiente, se listaron las actividades que se desarrollarán como parte del **Proyecto**, destacando solamente aquellas que pudieran provocar impactos (Positivos o negativos), las cuales serían consideradas como componentes o factores de cambio.

Con la intención de brindar claridad sobre las interacciones que tendrá el **Proyecto** con los componentes y factores ambientales a evaluar, se presenta el listado de actividades del programa de trabajo ya actualizado para el desarrollo del **Proyecto** en todas las etapas, dado que es así como se desarrolla el presente capítulo.

Tabla.V.2. Actividades del Proyecto.

Etapa	Actividad
Preparación de sitio	Delimitación del proyecto, desmonte, despalme y limpieza
	Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones
	Obras y actividades provisionales
	Generación de residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Etapa	Actividad
Construcción	Obra civil
	Construcción de cimentación para las torres (estructuras) de las LTE
	Montaje de las torres (estructuras)
	Instalación de sistema de tierras y tendido de cables
	Generación de residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial
Operación y mantenimiento	Operación de las Líneas de Transmisión Eléctrica
	Mantenimiento de infraestructura eléctrica y control de crecimiento de vegetación
Cierre y abandono	Desmantelamiento de estructuras del **Proyecto**
	Restauración del predio donde se desarrolló el proyecto*

* No se considera como actividad susceptible de generar impactos.

V.2.2. Indicadores de los factores ambientales

Una vez listadas las actividades del **Proyecto**, se identificaron los factores ambientales susceptibles de afectar en el área del **Proyecto**. Para ello, se reconoce qué variables y/o procesos fisicoquímicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados. Para ello, en esta etapa se analiza la situación ambiental previa, es decir, se toma de referencia la línea base y el diagnóstico ambiental obtenido contrastando con las transformaciones esperadas del ambiente. En esta etapa también se prevén los impactos directos, indirectos y acumulativos que se podrían generar sobre los componentes ambientales.

La identificación de factores ambientales parte de la tipificación de las actividades previamente descritas en el Capítulo II referente a la descripción del **Proyecto** y de la caracterización hecha en el Capítulo IV sobre la descripción del medio biótico, abiótico, socioeconómico y del paisaje. En este sentido, se elaboró el listado de indicadores de los factores ambientales susceptibles de afectación en el área del **Proyecto** y su **AI**, el cual se utilizará como insumo para la matriz de interacciones.

Tabla V.3. Factores ambientales e indicadores.

Componentes ambientales	Indicador
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas
	Procesos Erosivos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Componentes ambientales	Indicador
Aire	Calidad del aire
	Nivel de ruido
Hidrología superficial	Características biológicas, físicas y químicas
	Modificación de escurrimientos superficiales
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea
	Infiltración
Flora	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres
	Cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales
Fauna	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres
	Hábitat con los servicios ambientales que brinda a las especies fauna
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas
Paisaje	Calidad paisajística
Social	Fuentes de empleo

*Impactos positivos

V.2.3. Identificación de las interacciones

Una vez identificadas y actualizadas tanto las obras y actividades del **Proyecto** que pueden causar impactos (positivos y negativos)[1] así como los indicadores ambientales de posible afectación, se elaboró la matriz de interacciones. Dicha matriz es de doble entrada de modo que, para cada actividad a desarrollar en todas las etapas del **Proyecto**, se analiza su relación con cada uno de los componentes ambientales. Esto permite que al reconocer que existe una interacción, se pueda describir el impacto (positivo o negativo) que podría tener el **Proyecto** en el ambiente.

En la siguiente tabla, así como en el **Apéndice V.1 Matriz_IA** (**Hoja Interacciones**) se presenta la Matriz general de interacciones.

[1] Nota: en esta matriz no se incluye las actividades o medidas de mitigación establecidas en el programa de trabajo, ya que son acciones previas a la generación de los impactos negativos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

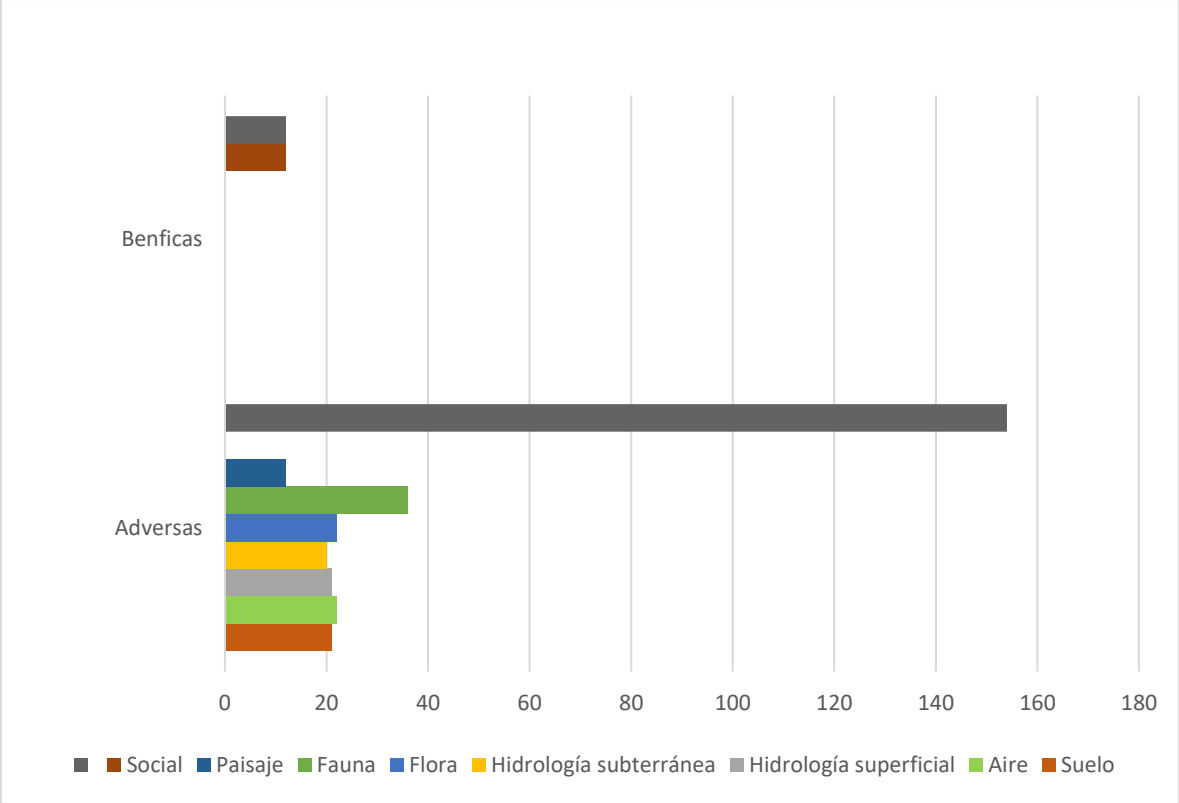
Tabla V.4. Matriz general de interacciones del Proyecto (- = interacciones adversas, + = interacciones benéficas).

Etapa	Actividad	Suelo		Aire		Hidrología superficial		Hidrología subterránea		Flora		Fauna			Paisaje	Social
		Características biológicas, físicas y químicas	Procesos Erosivos	Calidad del aire	Nivel de ruido	Características biológicas, físicas y químicas	Modificación de escurrimientos superficiales	Calidad del agua subterránea	Infiltración	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	Cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	Hábitat con los servicios ambientales que brinda a las especies fauna	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	Calidad paisajística	Fuentes de empleo
Preparación de sitio	Delimitación del proyecto, desmonte, despalme y limpieza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Obras y actividades provisionales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Generación de residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Construcción	Obra civil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Construcción de cimentación para las torres (estructuras) de las LTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Montaje de las estructuras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Instalación de sistema de tierras y tendido de cables	-		-	-	-						-	-	-	-	

Etapa	Actividad	Suelo		Aire		Hidrología superficial		Hidrología subterránea		Flora		Fauna			Paisaje	Social
		Características biológicas, físicas y químicas	Procesos Erosivos	Calidad del aire	Nivel de ruido	Características biológicas, físicas y químicas	Modificación de escurrimientos superficiales	Calidad del agua subterránea	Infiltración	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	Cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	Hábitat con los servicios ambientales que brinda a las especies fauna	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	Calidad paisajística	Fuentes de empleo
	Generación de residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Operación y mantenimiento	**Operación de las Líneas de Transmisión Eléctrica**									-	-	-	-	-	-	+
	Mantenimiento de infraestructura eléctrica y control de crecimiento de vegetación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Cierre y abandono	**Desmantelamiento de estructuras del proyecto**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Restauración del predio del proyecto*															+
Total de interacciones por componente ambiental	Interacciones adversas	21		22		21		20		22		36			12	0
	Interacciones benéficas	0		0		0		0		0		0			0	12
	Total de interacciones	21		22		21		20		22		36			12	12

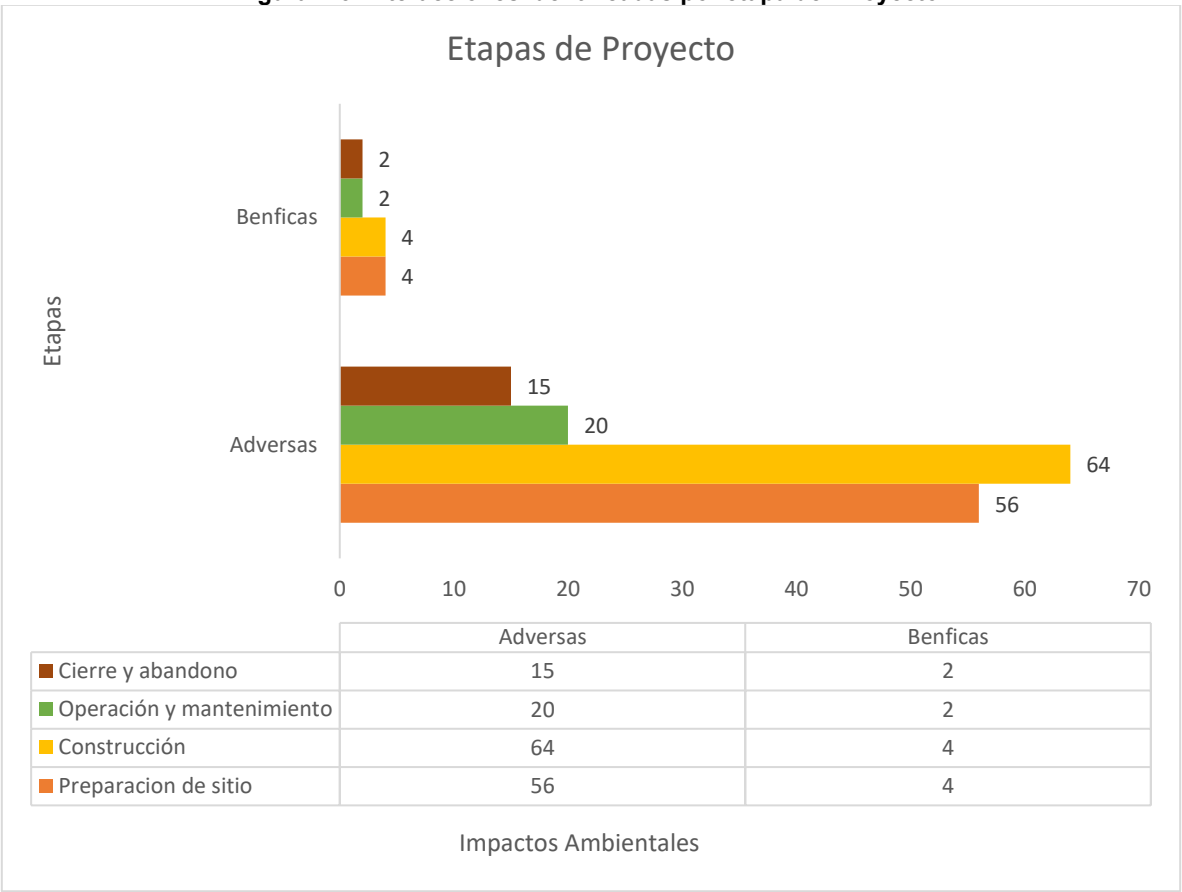
De acuerdo con la matriz anterior y la información del **Proyecto**, se identificaron 166 interacciones, de las cuales 154 fueron adversas y 12 benéficas. El componente que obtuvo más interacciones benéficas fue el social. Los componentes que presentaron más interacciones negativas fueron el componente fauna con 36, seguido de flora con 22 interacciones adversas, aire con 22 adversas, suelo e hidrología superficial con 21, hidrología subterránea con 20 interacciones adversas, paisaje con 12 interacciones adversas.

Figura V.2. Interacciones identificadas por componente ambiental.



La etapa del **Proyecto** con mayor número de interacciones fue la construcción con 68 interacciones (64 adversas y 4 benéficas), seguida de preparación del sitio con 60 interacciones (56 adversas y 4 benéficas), posteriormente la etapa de operación y mantenimiento con 22 interacciones (20 adversas y 2 benéficas) y finalmente la etapa con menos interacciones fue cierre y abandono con 17 interacciones (15 adversas y 2 benéficas).

Figura V.3. Interacciones identificadas por etapa del Proyecto.



	Adversas	Benficas
Cierre y abandono	15	2
Operación y mantenimiento	20	2
Construcción	64	4
Preparacion de sitio	56	4

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

V.2.4. Descripción de las interacciones

En la siguiente tabla se describen las interacciones por componente ambiental y etapa del **Proyecto**.

Tabla V.5. Descripción de las interacciones en todas las etapas del Proyecto.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción del impacto ambiental
Suelo	- Calidad (características físicas y químicas)	Preparación del sitio. Construcción	• La calidad del suelo puede verse afectada en caso de presentarse algún derrame accidental de aceites y combustibles usados por la maquinaria o equipo empleado durante la preparación del sitio y construcción, así como en caso de existir un manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos. • Las características físicas del suelo se verán modificadas debido al retiro de la cubierta vegetal y de la vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia derivado de las excavaciones, rellenos, compactación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie, que así lo requieran.
		Operación y mantenimiento	• No se presentan impactos sobre el suelo en la operación del **Proyecto**, puesto que ya se encontraría sellado desde la etapa de preparación del sitio y en la construcción, excepto las áreas verdes que se conservarían como parte de la imagen del **Proyecto**. • En el mantenimiento, podría verse afectadas las características del suelo, si se llegara a tener algún derrame de grasas, aceites en el suelo, para lo cual se emplearán lonas o algunos depósitos y así evitar que dichos elementos se derramen directamente en el suelo.
		Cierre y abandono	• Durante esta etapa la calidad del suelo puede verse afectada en caso de presentarse algún derrame accidental de aceites y combustibles usados por la maquinaria o equipo empleado, o en caso de disposición incorrecta de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos. • Por otro lado, durante esta etapa se realizará la restitución del sitio y se efectuará el movimiento de tierras para el retiro de la infraestructura que sella el suelo, realizando actividades de restauración de este.
	- Incremento de la erosión y pérdida de suelo	Preparación del sitio. Construcción	• En estas etapas se presentará el movimiento de tierras y su retiro para la construcción del **Proyecto**, por lo que podría darse la pérdida de suelo y el incremento de la erosión, mismas que se incrementarán en la superficie donde habrá remoción de vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción del impacto ambiental
		Operación y mantenimiento	• Para la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, se pudieran tener una pérdida de suelo si llegase a contaminarse con algún residuo como gasolina, grasas o aceites, o incremento en la erosión si se tuviera el caso del paso de la maquinaria que le de mantenimiento a los equipos del **Proyecto**.
		Cierre y abandono	• En el cierre del **Proyecto**, se realizará la restitución del sitio, retirando la infraestructura que sella el suelo y realizando actividades de restauración.
Aire	- Calidad del aire	Preparación del sitio. Construcción	• El aire se verá afectado en su calidad por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los vehículos automotores y equipos que se encuentren operando durante la preparación del sitio y construcción. • Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos que ocurrirá durante las excavaciones, compactaciones, rellenos y traslado de residuos de manejo especial.
		Operación y mantenimiento	• En la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, la calidad del aire podría verse afectada por la limpieza de los diversos componentes del **Proyecto**, tales como las celdas solares que tuvieran mucho polvo, así como por el tránsito de vehículos que apoyen las labores de mantenimiento, ya sea por el paso de dichos vehículos y por los gases que emanen de la combustión de los motores.
		Cierre y abandono	• El aire se verá afectado en su calidad por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los vehículos automotores y equipos que sean requeridos para el desmantelamiento de la infraestructura y la restitución del sitio. • Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos durante el retiro de infraestructura y el movimiento de maquinaria en el área del **Proyecto**.
	- Nivel de ruido	Preparación del sitio Construcción	• El nivel de ruido habitual en el área del **Proyecto** y su **AI** se verá alterado por el uso de maquinaria y equipo, tanto en la etapa de preparación de sitio, así como en la etapa de construcción.
		Operación y mantenimiento	• El nivel de ruido es mínimo para la etapa de operación, y únicamente se podría modificar en el área del **Proyecto** por mantenimiento a la infraestructura del **Proyecto**, así como por el uso de maquinaria y equipo, para dicho propósito de mantenimiento.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción del impacto ambiental
		Cierre y abandono	• El nivel de ruido se verá alterado por el uso de maquinaria y equipo que sea empleado para el desmantelamiento de la infraestructura del **Proyecto**.
Hidrología subterránea	- Calidad de agua subterránea	Preparación del sitio. Construcción	• En el caso de la calidad del agua, la afectación puede darse por la posible contaminación del agua subterránea por la infiltración de aceites, residuos y aguas residuales, y en caso de haber un mal manejo de dichos residuos.
		Operación y mantenimiento	• En caso de haber mantenimiento a los diversos componentes y equipos del **Proyecto**, pudiera darse un mal manejo de residuos, aceites y aguas residuales que afecten la calidad del agua subterránea.
		Cierre y abandono	• La afectación puede darse por la posible contaminación del agua subterránea en caso de haber un mal manejo de residuos y aguas residuales, así como por derrames de aceites de la maquinaria que labore en las actividades de desmantelamiento del **Proyecto**.
	- Infiltración	Preparación del sitio. Construcción	• En el caso de la infiltración, la afectación puede darse por las modificaciones a la superficie del **Proyecto**, así como por la remoción de la vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.
		Operación y mantenimiento	• En el caso de la infiltración en la etapa de operación y mantenimiento, se ve disminuida dicha infiltración por el sellamiento de las superficies cimentadas. • En las zonas donde no hay cimentación, pero si se tiene infraestructura, podrían suscitarse derrames de aceites y grasas que podrían infiltrarse al subsuelo en la etapa de Mantenimiento de la infraestructura del **Proyecto**, así como en la etapa de cierre y abandono, al desmantelar la infraestructura.
		Cierre y abandono	
Flora	-Riqueza y abundancia	Preparación del sitio. Construcción	• Con el desmonte, despalme y limpieza del área del **Proyecto** se retirará la vegetación que se encuentra presente en este, afectando así la cobertura vegetal y la abundancia de las especies que habiten en el área del **Proyecto**, particularmente se hará remoción de vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

<table>
<tr><th>Factor ambiental</th><th>Indicador ambiental</th><th>Etapa</th><th>Descripción del impacto ambiental</th></tr>
<tr><td></td><td>- Cobertura vegetal forestal</td><td></td><td>

La vegetación en el SAR, AI y AP ha sufrido desde muchos años atrás transformaciones respecto a su composición florística original, derivado del uso de suelo principalmente agropecuaria:
Particularmente en el Área del Proyecto presenta los siguientes usos de suelo:
<table>
<tr><th>Uso de suelo y vegetación</th><th>Superficie (has)</th></tr>
<tr><td>Maíz</td><td>8.248</td></tr>
<tr><td>Sorgo</td><td>7.997</td></tr>
<tr><td>Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia</td><td>13.021</td></tr>
<tr><td>Total del Proyecto</td><td>29.266</td></tr>
</table>

De la vegetación forestal presente en Área del Proyecto se removerá una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia.
De acuerdo con el trabajo de campo se pudieron observar las siguientes especies:
-Para el estrato arbóreo se encontraron un total de 66 especies, de las cuales, Randia longiloba y Randia truncata son Endémicas-Nativas, el resto son especies nativas.
-Para el estrato arbustivo se encontraron un total de 29 especies, de las cuales Eumachia microdon tiene una distribución Endémica-Nativa, Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis y Chiococca motleyana son especies Endémicas, el resto son especies nativas.
-Para el estrato Palmas se encontró una especie nativa.
-Para el estrato herbáceo se encontraron un total de 14 especies, de las cuales todas son nativas.
A nivel del Área del Proyecto se encontraron 110 especies distribuidas en 41 familias botánicas, siendo la especie Bursera simaruba la especie que obtuvo los valores más altos respecto al IVI. Este valor muestra que estas especies le confieren las características particulares a la fisonomía e influyen en la estructura del estrato arbóreo. Pisonia aculeata y Ayenia fasciculata fueron las especies que obtuvieron los valores más altos en el Índice de Valor de Importancia, en la estructura del estrato arbustivo. Sabal mexicana fue la única especie por lo que los valores corresponden a ella en el caso del Índice de Valor de Importancia. Bromelia pinguin fue la especie que obtuvo los valores más altos del Índice de Valor de Importancia, para el estrato herbáceo.
Con respecto a las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el AP, no se registraron especies.

</td></tr>
</table>

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción del impacto ambiental
		Operación y mantenimiento	• Podría efectuarse afectación a la flora si se tuviera algún derrame de aceites, o en menor medida, por el deshierbe que crezca en los alrededores de la infraestructura que se tenga en el **AP**. • Asimismo, se restablecerá la cobertura vegetal nativa de las áreas utilizadas por el **Proyecto**, en donde no habrá torres donde se permitirá la restauración natural durante la operación, pero únicamente de especies herbáceas y arbustivas.
		Cierre y abandono	• Una vez retirada la infraestructura del **Proyecto**, la vegetación será restituida en todo el sitio del **Proyecto**.
Fauna	- Abundancia y diversidad	Preparación del sitio. Construcción	• Se considera la afectación a la fauna que pudiera estar presente en el área del **Proyecto** durante el desmonte, despalme y la limpieza del sitio, por daño accidental en la instalación de la infraestructura del **Proyecto**. • La prospección en campo arrojo como resultado la observación de diversas especies de fauna, distribuidas en varios grupos faunísticos, se registró para el caso de las aves las siguientes especies más abundantes *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Passerina cyanea* (Colorín azul), *Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi* (Golondrina yucateca). Para el caso de los mamíferos se tiene las siguientes especies más abundantes *Sylvilagus yucatanicus* (Conejo Yucateco), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Heterogeomys hispidu* (Tuza crespa). En el caso de la herpetofauna las especies más abundantes fueron *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado). Finalmente, para el grupo de los quirópteros las más abundantes son *Artibeus jamaicensis* (Murciélago fructivoro de Jamaica) y *Carollia perspicillata* (Murciélago de cola corta de Sebas).
		Operación y mantenimiento	• Se considera la posibilidad de hallar fauna que pudiera estar presente en el **AP** y **AI** del **Proyecto**, durante la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, sin embargo, se pretende ahuyentarla si se encontrará en las inmediaciones de la infraestructura del **Proyecto**, aunado a que, con el ruido de la maquinaria y la presencia de personal, es menor la posibilidad de que se presente fauna en la zona. • Se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos, debido a la electrocución contra la infraestructura las LT.
		Cierre y abandono	• Una vez retirada la infraestructura del **Proyecto**, la vegetación será restituida en esta área y con esto se recuperarán los hábitats para la fauna presente en la zona, con lo que se esperaría una mayor presencia de fauna en el predio.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción del impacto ambiental
	Hábitat	Preparación del sitio. Construcción	• Con la limpieza del área del **Proyecto** se retirará vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, que funge como hábitat para las especies faunísticas que habitan esta zona. • En el caso del hábitat, la afectación se dará como consecuencia directa de la remoción de vegetación, lo que disminuye la disponibilidad de diversos servicios ambientales que la fauna ocupa en dichos hábitats, como lo son el alimento, refugio, desplazamiento, protección, como principales, por otro lado, el ruido generado por el equipo y maquinaria que labore en el sitio, ahuyentará a los individuos de fauna que se puedan ubicar en dichas áreas de trabajo. Asimismo, es probable que la pérdida de la fauna se podría presentar en caso de ocurrir atropellamientos accidentales en el tránsito de vehículos automotores.
		Operación y mantenimiento	• En esta etapa, no se prevé afectación al hábitat, puesto que ya se tendrán las obras instaladas y como tal, la operación y mantenimiento del parque fotovoltaico no afectará los hábitats aledaños que ocupan las especies.
		Cierre y abandono	• Una vez retirada la infraestructura del **Proyecto**, la vegetación será restituida en esta área del **Proyecto** y con esto se recuperarán los hábitats para la flor ay fauna presente en la región.
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Preparación del sitio. Construcción	• Las interacciones negativas durante las etapas de Preparación de sitio y Construcción se relacionan con el posible desplazamiento de los individuos de fauna que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la pérdida de su hábitat por las actividades y desarrollo del **Proyecto**, así como por la presencia de personal y el ruido de la maquinaria y equipo. De las especies de fauna reportadas para el **AP** se registró la presencia de las siguientes especies en la citada norma: *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio), *Polioptila bilineata* (Perlita cejiancha), en la categoría de protección especial y para el caso de la especie *Astur bicolor* (Gavilan bicolor) en la categoría de Amenazada. Para el caso del grupo de los mamíferos se registró la especie *Coendou mexicanus* (Puercoespín tropical) en la categoría de Amenazada. En el caso de la herpetofauna se registró la presencia de dos especies en la norma *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas) ambas en la categoría de Amenazadas.
		Operación y mantenimiento	• La fauna podría verse afectada en caso de encontrarse durante el mantenimiento de la infraestructura del **Proyecto**, por la generación de ruido y presencia de elementos que les son extraños (como equipos, maquinaria y personal), por el posible atropellamiento, así como afectación por el manejo inadecuado de los materiales resultantes de dichos mantenimientos. • Se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución contra la infraestructura de las LT.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Etapa	Descripción del impacto ambiental
		Cierre y abandono	• Una vez retirada la infraestructura del **Proyecto**, la vegetación será restituida en este y con esto se recuperarán los hábitats para la fauna presente en la zona.
Paisaje	Calidad paisajística	Preparación del sitio. Construcción	• Alteración de la configuración escénica del área del **Proyecto** por el retiro de la vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia por la inserción de las obras y equipos permanentes necesarios para la operación del **Proyecto**, por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos. • Por otro lado, la infraestructura del **Proyecto** se integrará a una imagen urbana que no se verá alterada, asimismo se mejorará visualmente, aunado a que los residuos sólidos urbanos en el área del **Proyecto,** serán retirados con la limpieza del sitio.
		Operación y mantenimiento	• La calidad paisajística no se verá afectada durante el mantenimiento ni en la operación del **Proyecto**.
		Cierre y abandono	• Con el retiro de la infraestructura del **Proyecto** y la restitución del sitio se mejorará la calidad paisajística en el área del **Proyecto**.
Social	Empleo	Preparación del sitio Construcción	• Generación de empleos temporales, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local por el consumo de bienes y servicios, lo que deriva en ingresos tanto para los trabajadores, como para la región.
		Operación y mantenimiento	• Generación de empleos permanentes, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local; así mismo se brindará un servicio de abastecimiento de combustible alternativo en la región.
		Cierre y abandono	• Generación de empleos temporales, directos e indirectos, lo cual repercutirá en la economía de la población local.

V.2.5 Identificación de los impactos ambiéntales

De acuerdo con las interacciones anteriores, los impactos ambientales descritos se pueden sintetizar como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla V.6. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el proyecto (etapa: PS: preparación del sitio, C: construcción, OM: operación y mantenimiento, CA: cierre y abandono)

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas	**SUE1**	**Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo** (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad), por el desmonte y despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones de las estructuras para la LTE del **Proyecto**.
	Procesos Erosivos	**SUE2**	**Incremento de la erosión y pérdida de suelo**, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del **Proyecto**, modificando el relieve del sitio, así como por la remoción de la vegetación en una superficie de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.
Aire	Calidad del aire	**AIR1**	**Afectación de la calidad del aire** por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del **Proyecto**, así como por la generación de polvos.
	Nivel de ruido	**AIR2**	**Modificación del nivel sonoro** por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del **Proyecto**.
Hidrología superficial	Características biológicas, físicas y químicas	**HSUP1**	**Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial**, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**; también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.
	Modificación de escurrimientos superficiales	**HSUP2**	**Modificación de escurrimientos superficiales**, por la posible afectación de los patrones de escorrentías superficiales debido a la instalación de infraestructura del **Proyecto** y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	**HSUB1**	**Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del **Proyecto**.

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
	Infiltración	**HSUB2**	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha.
Flora	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	**FLO1**	**Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre**, debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del **Proyecto** con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y como especies más importantes dentro del área del **Proyecto**, tales como *Bursera simaruba*, *Pisonia aculeata, Ayenia fasciculata, Sabal mexicana*, y *Bromelia pinguin.* Así como las especies endémicas y nativas más relevantes *Randia longiloba, Randia truncata, Eumachia microdon Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana.*
	Cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	**FLO2**	**Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales**, debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el **AP** en una superficie de 13.021 ha de vegetación tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO_2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas**.**
Fauna	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	**FAU1**	**Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el AP o AI** en particular de las especies tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Passerina cyanea* (Colorín azul), *Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi* (Golondrina yucateca). Para el caso de los mamíferos se tiene las siguientes especies más abundantes *Sylvilagus yucatanicus* (Conejo Yucateco), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Heterogeomys hispidu* (Tuza crespa). En el caso de la herpetofauna las especies más abundantes fueron *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado). Finalmente, para el

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
			grupo de los quirópteros las más abundantes son *Artibeus jamaicensis* (Murciélago fructivoro de Jamaica) y *Carollia perspicillata* (Murciélago de cola corta de Sebas), por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad.
	Hábitat con los servicios ambientales que brinda a las especies fauna	**FAU2**	**Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna**, generado por varias acciones del Proyecto, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado, perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (AP) que la fauna utiliza para su desplazamiento, incremento de especies exóticas, alteración del comportamiento de especies.
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	**FAU3**	**Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas**, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio), *Polioptila bilineata* (Perlita cejiancha), en la categoría de protección especial y para el caso de la especie *Astur bicolor* (Gavilan bicolor) en la categoría de Amenazada. Para el caso del grupo de los mamíferos se registró la especie *Coendou mexicanus* (Puercoespín tropical) en la categoría de Amenazada. En el caso de la herpetofauna se registró la presencia de dos especies en la norma *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas) ambas en la categoría de Amenazadas, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
			silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.
Paisaje	Calidad paisajística	**PAI1**	**Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI**, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del **Proyecto** y finalmente por la presencia del proyecto en la región**.**
Social	Fuentes de empleo	**SOC1**	**Generación de fuentes de empleo*** Todas las actividades del **Proyecto** implican la generación de empleos temporales o permanentes.

De acuerdo con la tabla anterior, se identificaron **15 impactos**, de los cuales **14** son negativos y 1 es positivo, relacionado con la generación de empleos. Los impactos negativos serán objeto de la caracterización y valoración que se presenta en los siguientes apartados.

Las medidas que se aplicarán para cada uno de los impactos señalados se presentan en el correspondiente Capítulo VII del presente **DTU**.

V.3. Caracterización y valoración de los impactos

Para caracterizar y evaluar los impactos ambientales identificados, se empleará la técnica modificada de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998). Es importante recordar que, como se mencionó anteriormente, esta técnica evalúa los impactos a través de calcular los índices básicos y complementarios, es así como se asignaron los valores según los criterios de intensidad, extensión, duración, sinergia, acumulación, controversia y mitigación, **Anexo V.1 Matriz de impactos_IA (hoja Valoración)**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla V.7. Justificación de la Valoración de impactos.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	**Contaminación en caso de derrame accidental de sustancias oleosas o hidrocarburos de los vehículos y maquinaria, así como por la inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos.**	**I**	**1**	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera una intensidad mínima para este impacto puesto que sólo ocurriría en caso de derrame accidental de sustancias o disposición incorrecta de residuos, lo cual no afectaría totalmente el recurso.
		E	**1**	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia	La extensión para este impacto es menor al área del **Proyecto** puesto que se considera sólo en casos de derrame fortuito de sustancias contaminantes o un mal manejo y gestión de residuos, lo cual en ningún caso llegaría a afectar la totalidad del **AP**.
		D	**1**	**Corta:** Cuando el efecto dura menos de 1 mes	El impacto sólo se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto o derrame de sustancias o residuos, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración media.
		S	**2**	**Moderada:** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto ambiental es susceptible de interactuar con otros impactos, en particular con el **HSUB1** por la posible contaminación del suelo y posterior contaminación del acuífero, de manera que resulte en un incremento en las afectaciones al Sistema Ambiental Regional.
		A	**3**	**Alta:** Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente.	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar las características fisicoquímicas del suelo como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		C	**0**	**<u>No existe</u>:** Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con la siguiente normatividad en materia de calidad del suelo: - NOM-138-SEMARNAT-2012 - NOM-147-SEMARNAT-2004 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad del suelo en la región.
		M	**3**	**<u>Alta</u>:** Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del suelo, lo cual es posible con una adecuada gestión de los residuos tomando en cuenta los objetivos y acciones que se establecen en el **Programa de manejo de Residuos**, aunado a lo anterior, considerando el objetivo de siempre manejar maquinaria en buen estado y una respuesta inmediata ante eventos fortuitos que pudieran generar contaminación del suelo, lo cual será prevenido a través de las acciones de educación ambiental, que se darán al Personal que se encuentre en el sitio del **Proyecto**, esto a través del **Programa de Educación Ambiental**. Asimismo, se tendrá especial atención en la prevención de este impacto ambiental a través de la correcta gestión de los residuos sólidos y líquidos que se vayan generando en las diferentes etapas del **Proyecto**.
SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	**Incremento de la erosión debido a la remoción de la vegetación, así como pérdida de suelo por la realización de excavaciones.**	**I**	**2**	**<u>Moderada</u>:** Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	Se considera el incremento de la erosión por el movimiento de tierras que implica la instalación de la infraestructura del **Proyecto**, particularmente por el derecho de vía para el establecimiento de las estructuras de las LTE dentro del **AP**, aunado al uso de las maquinarias para la etapa de Preparación del sitio y Construcción, así como en el Mantenimiento del **Proyecto** y finalmente por las acciones de desmantelamiento.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		E	**1**	**Puntual**: Si el efecto no rebasa el área de influencia	La pérdida de suelo durante la Preparación del sitio y Construcción del **Proyecto**, así como el desmantelamiento y abandono de instalaciones ocurrirá en aquellas áreas en las que se requiera el movimiento de tierras para la instalación del **Proyecto**, en particular por el derecho de vía, así como el retiro de equipo e infraestructura, y por ningún motivo rebasará el **AP**, por lo cual se considera puntual.
		D	**2**	**Larga**: Cuando el efecto dura más de 1.5 años	Este impacto es susceptible de generarse en las etapas de Preparación de sitio y Construcción, así como en la etapa de Operación y mantenimiento, además de en la etapa de Cierre y abandono del **Proyecto**, esto derivado del movimiento de tierras, para la nivelación del terreno, además de ocurrir para poder instalar las estructuras de las LTE en el **AP**.
		S	**2**	**Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto ambiental es susceptible de interactuar con otros impactos como el **FLO1** de manera que resulte en un incremento en las afectaciones al Sistema Ambiental Regional.
		A	**3**	**Alta**: Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles a incrementar la erosión y la perdida de suelo como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**3**	**Alta**: Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso	No se detectó normatividad que regule la erosión o pérdida de suelo, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		M	**2**	**Media:** Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Con la ejecución de las medidas, una vez desplantado el **Proyecto**, no se prevén afectaciones mayores a las que existen actualmente para este factor, dichas medidas están en función de mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura, aunado a cumplir con los objetivos del **Acciones encaminadas a la conservación del suelo.**
AIR1. Afectación de la calidad del aire.	**Impacto que puede presentarse por la generación de gases contaminantes por el empleo de vehículos y equipos que usen combustibles fósiles; por emisiones de gas natural debido a mantenimientos programados y/o durante la atención de fugas; por la dispersión de polvos debido al movimiento de tierras y tránsito de maquinaria y vehículos.**	**I**	**1**	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera que la calidad del aire disminuirá afectándola por el uso de maquinaria, vehículos y equipo que usen hidrocarburos y el levantamiento de polvos.
		E	**2**	**Local:** Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	El alcance del efecto rebasa el área del **Proyecto** por la facilidad de dispersión de contaminantes en el aire, incidiendo en áreas próximas al área del **Proyecto**, específicamente dentro del **AI**, sin llegar a tener un efecto regional, dado que los contaminantes se dispersarían y considerando que este impacto ocurrirá principalmente en las etapas de Preparación del sitio y Construcción.
		D	**2**	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	El impacto sólo se presentará de forma temporal inmediatamente a la realización de la acción que lo genera, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración corta.
		S	**1**	**Ligera:** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		A	**3**	**<u>Alta</u>:** Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de afectar la calidad del aire como las actividades antropogénicas, las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, asi como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**0**	**<u>No existe</u>:** Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de emisiones a la atmósfera: - NOM-041-SEMARNAT-2015 - NOM-045-SEMARNAT-2017 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad de este recurso en la región.
		M	**2**	**<u>Media</u>:** Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen mitigarán el impacto esto considerando que dichas acciones son relativas a dar mantenimiento periódico a los equipos y maquinaria que se usará en las diferentes etapas del **Proyecto,** esto a través del cumplimiento de los objetivos del Acciones **Programa para el mantenimiento maquinaria y equipo** que se establecerá, con lo cual se espera se reducirán la generación de emisiones de gases de efecto invernadero, y se enfocarán a evitar la generación de polvos, por lo cual se consideran eficientes, aunque no es posible evitar las emisiones en su totalidad. Aunado a lo anterior, se espera mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.
AIR2. Modificación del nivel sonoro.	**Incremento de los niveles de ruido debido al empleo de maquinaria y equipo empleado para la preparación del sitio, construcción,**	**I**	**1**	**<u>Mínima</u>:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera que el nivel sonoro permanecerá muy cercano a su estado actual, afectándose en mínima escala dado que el **Proyecto** por su naturaleza no contempla la generación de altos niveles de ruido o de forma constante, por el contrario, las acciones que generarán ruido se presentarán sólo durante el uso de maquinaria y equipo, es decir principalmente en las etapas de Preparación del sitio y Construcción, así como en menor medida en la etapa de Mantenimiento y finalmente en la etapa de Cierre y Abandono.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
	mantenimientos y desmantelamiento.	**E**	**1**	**Puntual**: Si el efecto no rebasa el área de influencia	El alcance del ruido que se genere por el uso de maquinaria y equipo no rebasará el **AP** incidiendo únicamente en áreas próximas este, pero dentro del **AI**, sin llegar a tener un efecto regional.
		D	**2**	**Mediana**: Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	El impacto sólo se presentará de forma temporal durante la realización de la acción que lo genera, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración corta.
		S	**2**	**Moderada**: Presentan interacciones entre impactos	La modificación del nivel sonoro es susceptible de interactuar con otros impactos de manera que resulte en un incremento en el nivel de ruido.
		A	**3**	**Alta**: Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de aumentar el nivel de ruido como las actividades antropogénicas, las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**0**	**No existe**: Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido: - NOM-080-SEMARNAT-1994 - NOM-081-SEMARNAT-1994 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad del nivel sonoro en la región.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		M	**2**	**Media:** Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen mitigarán el presente impacto ambiental esto considerando que dichas acciones son relativas a dar mantenimiento periódico a los equipos y maquinaria que se usará en las diferentes etapas del **Proyecto**, esto a través del cumplimiento de los objetivos del **Acciones para el mantenimiento maquinaria y equipo**, con lo cual se espera reducir la generación excesiva de ruido, sin embargo, el efecto es inevitable. Aunado a lo anterior, se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.
HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	**Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del Proyecto; también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.**	**I**	**1**	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera una intensidad mínima para este impacto puesto que sólo ocurriría en caso de disposición incorrecta de residuos, o por un derrame de alguna sustancia que origine la contaminación (tierra, grasas, aceites e hidrocarburos de la maquinaria y equipos) en la parte que cuenta con corrientes superficiales sin que estos provoquen un daño total del recurso presente en el **AP**.
		E	**1**	**Puntual**: Si el efecto no rebasa el área de influencia.	Se considera que este impacto podría tener como alcance escurrimientos superficiales presente en el **AP**, en caso de una incorrecta disposición de residuos y el posible arrastre de suelo y/o contaminantes por efecto de la lluvia, el viento, o factores humanos, para las etapas de Preparación del sitio, construcción, cierre y abandono, así como para el mantenimiento por un posible derrame de sustancias en la maquinaria, en el lugar que dicha maquinaria se encuentre.
		D	**2**	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	El impacto se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto de sustancias o residuos, mientras que con el paso del tiempo los contaminantes serán dispersados y asimilados por el ambiente, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración mediana.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		S	**2**	**Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto **SUE1**, dado que, en caso de contaminación del suelo, se debe considerar el posible arrastre de dichos contaminantes a los escurrimientos superficiales próximos, incrementando los niveles de contaminación; sin embargo, se considera de sinergia moderada, dado que la contaminación del suelo se considera de intensidad mínima, extensión puntual y cuenta con medidas eficientes.
		A	**3**	**Alta:** Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de afectar las características fisicoquímicas del agua superficial, como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**1**	**Mínima:** Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	Se cuenta con la siguiente normatividad respecto a la calidad del agua: - NOM-001-SEMARNAT-2021 Sin embargo, al ser un recurso sensible es posible que la sociedad local y regional manifieste preocupación en caso de contaminación del agua superficial.
		M	**3**	**Alta**: Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del agua superficial, lo cual es totalmente posible con una adecuada gestión de los residuos a través del cumplimiento de los objetivos del **Programa de manejo de residuos** y con un mantenimiento adecuado de la maquinaria y equipos utilizados en las áreas especializadas para dar dicho mantenimiento y que se ubiquen fuera del área del **Proyecto**, así como de una respuesta inmediata ante eventos fortuitos que pudieran generar contaminación, lo cual será prevenido a través de las acciones de educación ambiental, que se darán al personal que se encuentre en el sitio del **Proyecto**, esto a través del **Programa de Educación Ambienta**l. Asimismo, se tendrá especial atención en la prevención de este impacto ambiental a través de la correcta gestión de los residuos sólidos y líquidos que se vayan generando en las diferentes etapas del **Proyecto**.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
HSUP2. Modificación de escurrimientos superficiales	**Modificación de escurrimientos superficiales, por la posible afectación de los patrones de escorrentías superficiales debido a la instalación de infraestructura del Proyecto y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.**	**I**	**1**	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se consideró este impacto ambiental con una intensidad mínima esto tomando en cuenta que el **Proyecto** solo tendrá cimentaciones en las torres para la LTE permitiendo no afectar las escorrentías superficiales que se ubican dentro del **Área del Proyecto**.
		E	**1**	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia.	Se considera que este impacto podría tener como alcance los escurrimientos superficiales presentes en el **AP**. Sin embargo, el **Proyecto** está respetando todos los escurrimientos superficiales presentes en el área del **Proyecto**, esto al colocar las estructuras fuera de las escorrentías superficiales.
		D	**2**	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	El impacto se presentará cuando se desarrollen las obras particularmente la instalación de las estructuras de la LTE, sin embargo, la duración no será relevante porque se respetará los escurrimientos superficiales.
		S	**1**	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Este impacto podría estar ligado con los cambios en la superficie del suelo por la limpieza del terreno **SUE2**.
		A	**3**	**Alta:** Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de afectar los escurrimientos superficiales, como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		C	**1**	**Mínima:** Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	Se considera que no hay una normatividad específica que regule dicho impacto, sin embargo, la protección de escurrimientos superficiales es una preocupación importante por el recurso, por lo que se establecerán medidas de prevención al respetar dichas áreas.
		M	**3**	**Alta:** Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la afectación de dichas escorrentías superficiales. Principalmente considerando que las estructuras para las LTE evitaran las escorrentías superficiales, con lo cual se garantizará su permanencia y continuidad dentro del **AP.**
HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.	**Impacto susceptible de generarse en caso de presentarse un manejo incorrecto los residuos o sustancias que se puedan generar durante el desarrollo del Proyecto.**	**I**	**1**	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera una intensidad mínima para este impacto ambiental puesto que aquellas actividades susceptibles de generarlo son puntuales, de manera que se contempla la generación del impacto durante las etapas de preparación del sitio y construcción e instalación de la infraestructura y las actividades de mantenimiento, así como durante la etapa de cierre y abandono; por otro lado, se trata de un impacto temporal. Particularmente esta considerado en caso de disposición incorrecta de residuos, o por un derrame de alguna sustancia que origine la contaminación (tierra, grasas, aceites e hidrocarburos de la maquinaria y equipos) y que esta se infiltre al acuífero presente dentro del **SAR**.
		E	**3**	**Regional:** Si el efecto rebasa el área de estudio**.**	Se considera que este impacto ambiental podría tener como alcance al acuífero “Península de Yucatán” en el que se encuentra el **AP** extendiéndose más allá de esta área, en caso de una incorrecta disposición de residuos y su posible infiltración por efecto de la lluvia.
		D	**1**	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	El impacto se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto de sustancias o residuos, mientras que con el paso del tiempo los contaminantes serán dispersados y asimilados por el ambiente, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración mediana.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		S	**2**	**Moderada:** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas.	Este impacto, interactúa con el impacto ambiental **SUE1**, dado que podría ocurrir en caso de contaminación del suelo y la posible infiltración de dichos contaminantes al acuífero, por lo que se considera que se incrementaría el efecto.
		A	**3**	**Alta:** Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente**.**	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de afectar la calidad del agua subterránea acuífero “Península de Yucatán” como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**3**	**Alta:** Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule la calidad del agua subterránea por la infiltración de contaminantes, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
		M	**3**	**Alta:** Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más**.**	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del suelo y por la posible infiltración al acuífero “Península de Yucatán” presente en el **AP**, lo cual es posible con una adecuada gestión de los residuos tomando en cuenta los objetivos y acciones que se establecen en el **Programa de manejo de Residuos**, aunado a lo anterior, considerando el objetivo de siempre manejar maquinaria en buen estado y una respuesta inmediata ante eventos fortuitos que pudieran generar contaminación del suelo, y que será prevenido a través de las acciones de educación ambiental, que se darán al personal que se encuentre en el sitio del **Proyecto**, esto a través del **Programa de Educación Ambiental**. Asimismo, se tendrá especial atención en la prevención de este impacto ambiental a través de la correcta gestión de los residuos sólidos y líquidos que se vayan generando en las diferentes etapas del **Proyecto**.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
HSUB2. Disminución de la infiltración.	**Disminución de la infiltración de agua hacia los acuíferos por sellamiento, remoción de la vegetación y modificaciones en la superficie.**	**I**	**1**	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera una intensidad mínima ya que solo un mínimo de superficie del área del **Proyecto** será utilizada para las obras con sellamiento, esto considerando que las principales instalaciones del **Proyecto** son las torres (estructuras) de la LTE, así mismo, en el Derecho de Vía (DDV) se establecerá la posibilidad de ser revegetada una vez terminada su instalación, con lo cual se tendrán más superficies con vegetación en este caso únicamente herbácea con posibilidad de seguir los procesos de infiltración.
		E	**1**	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia**.**	La disminución de la infiltración ocurrirá dentro del área del **Proyecto**, específicamente en la superficie que se desarrollarán las cimentaciones para las estructuras de la LTE, por lo cual se considera puntual al no rebasar el **AP** y focalizado porque representa una parte mínima de la totalidad de la zona de afectación.
		D	**3**	**Larga:** Cuando el efecto dura más de 1.5 años**.**	La modificación en los patrones de infiltración permanecerá durante toda la vida útil del **Proyecto**, específicamente en aquellas áreas cimentadas, puesto que se sellará el suelo, así como por los mantenimientos, no podrá recuperar sus condiciones originales en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	**2**	**Moderada:** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto **FLO2**, dado que el desmonte provoca la pérdida de suelo y por ende la oportunidad de que la vegetación se recupere disminuye por la falta de un sustrato y con ello se disminuye la superficie de filtración que es uno de los servicios ambientales de la cobertura vegetación forestal.
		A	**3**	**Alta:** Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de afectar la infiltración como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		C	**3**	**Alta:** Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule los niveles de infiltración de agua al subsuelo, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
		M	**2**	**Media:** Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen están en función de focalizar las áreas con cimentación, se concentrarán en una superficie mínima que representa las torres (estructuras), lo que representa una mínima parte del área de afectación del **Proyecto** y considerando que en el derecho de vía se desarrollará un **Programa de revegetación** principalmente de herbáceas y arbustivas que contribuirá directamente en la permanencia del suelo y con la revegetación la mejora en la infiltración. Asimismo, se establecerá un **Programa de Reforestación y Restauración** con lo cual se mitigará también la perdida de infiltración del recurso hídrico dentro del Sistema Ambiental Regional.
FLO1. Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre,	**Debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del Proyecto con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el**	**I**	**2**	**Moderada:** Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	Se realizará las acciones de desmonte, despalme y limpieza del terreno del **AP**, afectando directamente en la riqueza y abundancia de las especies de flora silvestres, tales como *Bursera simaruba*, *Pisonia aculeata, Ayenia fasciculata, Sabal mexicana*, y *Bromelia pinguin.* Así como las especies endémicas y nativas más relevantes *Randia longiloba, Randia truncata, Eumachia microdon Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana* dentro de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha dentro del **AP**.
		E	**1**	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia	La remoción de la vegetación forestal, tendrá como impacto ambiental directo la afectación a la riqueza y abundancia de las especies de flora silvestres que conforman dicha vegetación forestal.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
	área de remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y como especies más dominantes dentro del área del Proyecto	**D**	**3**	**Larga:** Cuando el efecto dura más de 1.5 años**.**	La afectación de la riqueza y abundancia de las especies de la flora silvestre de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, dentro del **AP**, permanecerá durante toda la vida útil del **Proyecto**, puesto que se hará el desmonte, despalme y limpieza del terreno, y debido a los mantenimientos esta no podrá recuperar sus condiciones originales en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	**2**	**Moderada:** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas.	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto **SUE2**, debido a la limpieza del terreno que también provoca la pérdida de suelo y por ende la oportunidad de que la vegetación se recupere disminuye por la falta de un sustrato adecuado, por lo cual se considera un nivel de sinergia moderada.
		A	**3**	**Alta**: Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de afectar la abundancia y riqueza de la flora silvestre, como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**1**	**Moderada:** Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de fauna silvestre: - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. - NOM-059-SEMARNAT-2010 Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		M	**2**	**Media:** Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Primeramente se establecerán acciones de rescate y reubicación de individuos de las especies presentes dentro del área del **Proyecto**, esto a través de los objetivos del **Programa de Rescate y Reubicación de especies de flora**, con lo que se pretende mantener la diversidad, abundancia, valor de importancia ecológica, asimismo, se pretende realizar acciones de reforestación y restauración en una superficie de 13.021 ha, esto a través del cumplimiento de los objetivos del **Programa de Reforestación y Restauración**, en áreas que la autoridad ha establecido como superficie para la restauración ambiental en la región donde se desarrolla el **Proyecto**, aunado a lo anterior, se establecerá un **Programa de Revegetación**.
FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	**Debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el AP en una superficie de 13.021 ha de vegetación tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que**	**I**	**2**	**Moderada:** Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	Se realizará la remoción de vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, por lo cual se califica como de intensidad moderada.
		E	**1**	**Local:** Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	La remoción de la vegetación se realizará de manera local, es decir únicamente en el área del **Proyecto**, esto en una superficie de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, por lo cual se considera local, es decir únicamente dentro del área del predio donde se desarrollará el **Proyecto**.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
	brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto	**D**	**3**	**Larga**: Cuando el efecto dura más de 1.5 años	La afectación a la cobertura vegetal presente en el **AP** de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y debido a los mantenimientos esta no podrá recuperar sus condiciones originales en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones del **Proyecto**.
		S	**3**	**Fuerte**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto **SUE2**, dado que el despalme provoca la pérdida de suelo y por ente la oportunidad de que la vegetación se recupere disminuye por la falta de un sustrato adecuado, aunado a lo anterior, también hace sinergia con el impacto **FAU2**, ya que la remoción de vegetación está directamente involucrada con la pérdida del hábitat de la fauna.
		A	**3**	**Alta**: Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de afectar la cobertura vegetal y sus servicios ambientales, como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**1**	**Mínima**: Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	Se localizó la siguiente legislación en materia forestal y de vida silvestre: - Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. - NOM-059-SEMARNAT-2010. Derivado de la aplicación de esta normatividad se generan los siguientes estudios: - Estudio Técnico Justificativo (ETJ) Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
	borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas.	**M**	**2**	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas propuestas compensarán la cobertura vegetal con programas como es el de **Reforestación y Restauración**, dentro del Sistema Ambiental Regional, con lo cual se incrementará la cobertura con vegetación forestal. Aunado a lo anterior, se establecerá la **revegetación** de especies herbáceas y arbustivas, esto a través del **Programa de Revegetación.** No obstante lo anterior, se requiere cierto tiempo para que dicha reforestación, restauración y revegetación alcance la madurez suficiente para igualar los servicios ambientales que brinda la cobertura forestal actualmente y que se perderá con la remoción de dicha vegetación, dentro del Sistema Ambiental Regional.
FAU1. Afectación a la riqueza y abundancia de fauna en el AP o AI	**Debido a las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura,**	**I**	**2**	**Moderada**: Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	Este impacto se considera de intensidad moderada puesto que, con la presencia humana durante la preparación del sitio, la de maquinaria trabajando durante la construcción se provocará el desplazamiento de la fauna, principalmente de especies como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Passerina cyanea* (Colorín azul), *Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi* (Golondrina yucateca). Para el caso de los mamíferos se tiene las siguientes especies más abundantes *Sylvilagus yucatanicus* (Conejo Yucateco), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Heterogeomys hispidu* (Tuza crespa). En el caso de la herpetofauna las especies más abundantes fueron *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado). Finalmente, para el grupo de los quirópteros las más abundantes son *Artibeus jamaicensis* (Murciélago fructivoro de Jamaica) y *Carollia perspicillata* (Murciélago de cola corta de Sebas), de manera que se podría afectar su abundancia y riqueza en el **AP**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y riqueza de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución contra la infraestructura de las Líneas de Transmisión.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
	daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad.	**E**	**3**	**Regional:** Si el efecto rebasa el área de estudio.	Dado que la generación de ruido y la presencia de personal laborando se percibe fuera del **Proyecto**, también se podría ver afectada la diversidad y abundancia de la fauna presente en el **AI** y **SAR**.
		D	**3**	**Larga:** Cuando el efecto dura más de 1.5 años.	Este impacto se presentará en las etapas de preparación de sitio y construcción del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y riqueza de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución contra la infraestructura de las LT.
		S	**2**	**Moderada:** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con el impacto **AIR2**, debido a que, en caso de incrementarse los niveles de ruido por la realización de ciertas actividades, es posible generar desplazamiento de la fauna que llegará a estar presente en el **AP** o **AI**.
		A	**3**	**Alta**: Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de afectar la riqueza y abundancia de especies de fauna silvestre, como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**2**	**Moderada:** Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de fauna silvestre: - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. - NOM-059-SEMARNAT-2010 Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		M	**2**	**Media:** Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar daños a los individuos de fauna, sin embargo, es posible un desplazamiento en el área de desarrollo del **Proyecto**, por lo cual las medidas se califican con media efectividad. Es importante destacar medidas ambientales como el **Programa de Rescate, Reubicación y ahuyentamiento de especies de fauna** con especial énfasis en las de lento desplazamiento y las listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Asimismo, se pretende realizar acciones de reforestación y restauración en una superficie de 13.021 ha, esto a través del cumplimiento de los objetivos del **Programa de Reforestación y Restauración**, aunado a que dentro del área del **Proyecto** se establecerá acciones de revegetación dentro del Programa de Revegetación, finalmente se tiene considerado desarrollar un **Programa antielectrocución de fauna voladora**.
FAU2. Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna	Generado por varias acciones del Proyecto, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado, perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (AP) que	**I**	**2**	**Moderada:** Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	Se calificó este impacto con una intensidad moderada puesto que los hábitats presentes en el **AP** del **Proyecto** se perderán, debido a la remoción de la vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.
		E	**1**	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia	Se considera puntual puesto que se afectarían hábitats dentro del **AP**, y no se afectaría los hábitats presentes en el **AI**.
		D	**3**	**Larga:** Cuando el efecto dura más de 1.5 años	Este impacto se calificó como permanente, por la remoción de la vegetación forestal presente en el **AP** en una superficie de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.
		S	**1**	**Moderada:** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con el impacto **FLO2** debido a la remoción de la vegetación y por ende la perdida de hábitats para la fauna en una superficie de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
	la fauna utiliza para su desplazamiento, incremento de especies exóticas, alteración del comportamiento de especies	**A**	**3**	**Alta**: Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente.	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de afectar el hábitat de las especies de fauna, como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**1**	**Mínima**: Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de fauna silvestre: - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. - NOM-059-SEMARNAT-2010 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
		M	**2**	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen se enfocan a mitigar la pérdida de hábitats por remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, dichas medidas ambientales recuperarán el hábitat de las especies de fauna como el **Programa de Reforestación y Restauración** dentro del Sistema Ambiental Regional, asimismo el **Proyecto** está proponiendo como una medida de mitigación un **Programa de Revegetación** en el DDV principalmente con especies herbáceas y arbustivas.
FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas	**En caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte**	**I**	**3**	**Alta**: Cuando la afectación cubre más de 50 % del total de los recursos existentes o si los valores de afectación rebasan el límite permisible por la normativa aplicable.	Este impacto se considera de intensidad alta por las posibles afectaciones a especies en NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio), *Polioptila bilineata* (Perlita cejiancha), en la categoría de protección especial y para el caso de la especie *Astur bicolor* (Gavilan bicolor) en la categoría de Amenazada. Para el caso del grupo de los mamíferos se registró la especie *Coendou mexicanus* (Puercoespín tropical) en la categoría de Amenazada. En el caso de la herpetofauna se registró la presencia de dos especies en la norma *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas) ambas en la categoría de Amenazadas, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
	del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.	**E**	**2**	**Local**: Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	Se considera una posible afectación a ejemplares de fauna en riesgo que pudieran estar presentes en el **AP** y **AI** por una probable afectación intencional o accidental, por lo cual se considera local dado que puede tener alcance fuera del **AP**.
		D	**3**	**Larga**: Cuando el efecto dura más de 1.5 años	Este impacto se presentará en las etapas de Preparación de sitio y Construcción del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de Operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución contra la infraestructura como lo es la línea de transmisión.
		S	**2**	**Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con el impacto **FLO2**, al perder el hábitat de las especies de fauna presentes en el **AP**, particularmente la pérdida del hábitat de las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, que para el caso del **Área del Proyecto** refieren a *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio), *Polioptila bilineata* (Perlita cejiancha), en la categoría de protección especial y para el caso de la especie *Astur bicolor* (Gavilan bicolor) en la categoría de Amenazada. Para el caso del grupo de los mamíferos se registró la especie *Coendou mexicanus* (Puercoespín tropical) en la categoría de Amenazada. En el caso de la herpetofauna se registró la presencia de dos especies en la norma *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas) ambas en la categoría de Amenazadas
		A	**3**	**Alta**: Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de afectar a las especies en riesgo, como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**2**	**Moderada**: Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de especies en riesgo: - NOM-059-SEMARNAT-2010 Asimismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		M	**2**	**Media**: Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas evitarán daños a los individuos de fauna, sin embargo, es posible un desplazamiento en el área de desarrollo del **Proyecto**. Es importante destacar medidas ambientales como el **Programa de Rescate, Reubicación y ahuyentamiento de especies de fauna** con especial énfasis en las de lento desplazamiento y las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, se pretende realizar acciones de reforestación y restauración en una superficie de 13.021 ha, esto a través del cumplimiento de los objetivos del **Programa de Reforestación y Restauración**, en áreas que la autoridad ha establecido como superficie para la restauración ambiental en la región donde se desarrolla el **Proyecto,** y finalmente se desarrollará un **Programa antielectrocución de fauna voladora.**
PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	**Impacto que se presentará a causa de la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, la inserción de las instalaciones superficiales del Proyecto**	**I**	**1**	**Mínima**: Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	Se considera un impacto de intensidad mínima ya que son comunes en el Sistema Ambiental Regional, además de las actividades que se realizarán, y los equipos y maquinaria presentes, siendo más relevante en las etapas de preparación del sitio y construcción, que también afectarán la calidad del paisaje.
		E	**1**	**Local**: Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	Se considera puntual, puesto que, aunque los cambios en el paisaje por la implementación del **Proyecto** podrían percibirse también en el **AI**, sin embargo, se considera que no llegue a tener un efecto en el área de influencia ni tampoco a nivel regional, puesto que, al presentar una morfología variada, el cambio no sería apreciable fuera del **AI**.
		D	**3**	**Larga**: Cuando el efecto dura más de 1.5 años**.**	El cambio en el paisaje por la implementación del **Proyecto** permanecerá durante toda la vida útil del **Proyecto** en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	**2**	**Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas.	Se considera que este impacto es susceptible de interactuar con otros que incrementen ligeramente el efecto negativo en la calidad paisajística, estos impactos pueden ser **SUE1** y **FLO2**.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Valoración (I=intensidad, E=extensión, D=duración, S=sinergia, A=acumulación, C=controversia, M=mitigación)			Justificación de la Valoración y de los criterios establecidos
		Clave	Valor	Criterio	
		A	**3**	**<u>Alta</u>:** Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro acciones sobre el mismo componente**.**	En el **SAR**, **AI** y **AP** se identifican varias actividades que son susceptibles de afectar la calidad del paisaje, como las actividades antropogénicas, las actividades agropecuarias, así como la construcción de un parque fotovoltaico, a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían cuatro actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**3**	**<u>Alta</u>:** Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule la modificación del paisaje, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
		M	**2**	**<u>Media</u>:** Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Se considera que las medidas pueden evitar la afectación al paisaje serían en función primero de una correcta gestión de los residuos, acciones de restauración y reforestación, acciones de revegetación. Se considera que las medidas tengan una efectividad moderada puesto que es inevitable la presencia de maquinaria durante la construcción y en caso de mantenimientos y durante la etapa de desmantelamiento y abandono, así mismo es inevitable el cambio en la calidad del paisaje por la inserción del **Proyecto**.

Como se observa en la tabla anterior, los impactos que tienen mayor valoración en dos o más de sus criterios son los impactos para el **SUE2**, **HSUB1**, **HSUB2** y **PAI1**, seguido de los impactos **FLO1**, **FLO2**, **FAU1**, **FAU2** y **FAU3**.

Sin embargo, la significancia de todos los impactos ambientales del **Proyecto** con la valoración de la Eficiencia de las medidas de mitigación cambia, teniendo la mayoría de los impactos (11 impactos ambientales) con una significancia de “Poco Significativo”, seguido de 4 impactos con significancia de “Poco Significativo”.

Tabla V.8. Valoración de impactos.

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto
Abiótico	Suelo	**SUE1**	Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad), por el desmonte y despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones de las estructuras para las LTE del **Proyecto**.	1	1	1	2	3	0	0.333	0.556	0.444	**0.614**	-	**S**	3	0.000	**NS**
		SUE2	Incremento de la erosión y pérdida de suelo, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del Proyecto, modificando el relieve del sitio, así como por la remoción de la vegetación en una superficie de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.	2	1	2	2	3	3	0.556	0.889	0.111	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
	Aire	**AIR1**	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del **Proyecto**, así como por la generación de polvos.	1	2	2	1	3	0	0.556	0.444	0.556	**0.721**	-	**S**	2	0.240	**PS**

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Indice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto
		AIR2	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del **Proyecto**.	1	1	2	2	3	0	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	2	0.232	**PS**
	Hidrología superficial	**HSUP1**	Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**; también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.	1	1	2	2	3	1	0.444	0.667	0.333	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
		HSUP2	Modificación de escurrimientos superficiales, por la posible afectación de los patrones de escorrentías superficiales debido a la instalación de infraestructura del **Proyecto** y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	1	1	2	1	3	1	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	**HSUB1**	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	1	3	1	2	3	3	0.556	0.889	0.111	**0.937**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
		HSUB2	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha.	1	1	3	2	3	3	0.556	0.889	0.111	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Indice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto
Biótico	Flora	**FLO1**	Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre, debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del **Proyecto** con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y como especies más dominantes dentro del área del **Proyecto**, tales como *Bursera simaruba*, *Pisonia aculeata, Ayenia fasciculata, Sabal mexicana*, y *Bromelia pinguin*. Así como las especies endémicas y nativas más relevantes *Randia longiloba, Randia truncata, Eumachia microdon Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana.*	2	1	3	2	3	1	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		FLO2	Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales, debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el **AP** en una superficie de 13.021 ha de vegetación tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO_2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio	2	1	3	3	3	1	0.667	0.778	0.222	**0.914**	-	**MMS**	2	0.305	**PS**

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Indice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto
			de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas.															
	Fauna	FAU1	Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el **AP** o **AI** en particular de las especies tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Passerina cyanea* (Colorín azul), *Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi* (Golondrina yucateca). Para el caso de los mamíferos se tiene las siguientes especies más abundantes *Sylvilagus yucatanicus* (Conejo Yucateco), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Heterogeomys hispidu* (Tuza crespa). En el caso de la herpetofauna las especies más abundantes fueron *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado). Finalmente, para el grupo de los	2	3	3	2	3	2	0.889	0.778	0.222	**0.974**	-	**MMS**	2	0.325	**PS**

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Indice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto
			quirópteros las más abundantes son *Artibeus jamaicensis* (Murciélago fructivoro de Jamaica) y *Carollia perspicillata* (Murciélago de cola corta de Sebas), por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad.															
		FAU2	Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna, generado por varias acciones del Proyecto, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado,	2	1	3	1	3	1	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Indice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto
			perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (AP) que la fauna utiliza para su desplazamiento, incremento de especies exóticas, alteración del comportamiento de especies.															
		FAU3	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio), *Polioptila bilineata* (Perlita cejiancha), en la categoría de protección especial y para el caso de la especie *Astur bicolor* (Gavilan bicolor) en la categoría de Amenazada. Para el caso del grupo de los mamíferos se registró la especie *Coendou mexicanus* (Puercoespín tropical) en la categoría de Amenazada. En el caso de la herpetofauna se registró la presencia de dos especies en la norma *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas), ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la	3	2	3	2	3	2	0.889	0.778	0.222	**0.974**	-	**MMS**	2	0.325	**PS**

Medio	Componente	Clave	Impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Indice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto
			posible migración de especies ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.															
Perceptual	Paisaje	PAI1	Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y **AI**, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del Proyecto y finalmente por la presencia del proyecto en la región.	1	1	3	2	3	3	0.556	0.889	0.111	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**

Cada impacto será mitigado o compensado, si es que no se cuentan con medidas en primera instancia para su prevención, y dichas medidas y actividades serán descritas a detalle en el **Capítulo VII** del presente **DTU**.

De acuerdo con la valoración realizada y como se resume en la siguiente tabla, se destaca lo siguiente:

- Bajo el escenario sin medidas de mitigación se observó que los valores de "Muy significativo" se presentan para los componentes **SUE2**, **HSUB1**, **HSUB2**, **FLO1**, **FLO2**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI1**, asimismo, los valores de "Significativo" se tienen para los componentes **SUE**1, **AIR1**, **AIR2**, **HSUP1** y **HSUP2**.

- Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que los impactos para los componentes **SUE1**, **HSUP1**, **HSUP2**, **HSUB1**, cambian su nivel de significancia a "No significativo"; los impactos **SUE2**, **AIR1**, **AIR2**, **HSUB2**, **FLO1**, **FLO2**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI3** cambia su valor a "Poco significativo".

V.3.1. Caracterización de los impactos por factor ambiental

A continuación, se presenta una descripción de los impactos adversos por componente ambiental, conforme a la caracterización y valoración presentada anteriormente. Las tablas de la matriz de significancia del impacto con y sin medidas, se presenta en el **Anexo V.1 Matriz de impactos_IA** (hoja Resumen Valoración), así como en la **Tabla V.8**.

Tabla V.9. Matriz de significancia del impacto con y sin medidas.

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
Suelo	**SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.**	Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad), por el desmonte y despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones de las estructuras para las LTE del Proyecto.	**S**	**NS**
	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	Incremento de la erosión y pérdida de suelo, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del Proyecto, modificando el relieve del sitio, así como por la remoción de la vegetación en una superficie de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.	**MMS**	**PS**
Aire	**AIR1. Afectación de la calidad del aire.**	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la generación de polvos.	**S**	**PS**
	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del Proyecto.	**S**	**PS**

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
Hidrología superficial	**HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial**	Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**; también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.	**S**	**NS**
	HSUP2. Modificación de escurrimientos superficiales	Modificación de escurrimientos superficiales, por la posible afectación de los patrones de escorrentías superficiales debido a la instalación de infraestructura del **Proyecto** y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	**S**	**NS**
Hidrología subterránea	**HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea**	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del **Proyecto**.	**MMS**	**NS**
	HSUB2. Disminución de la infiltración.	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha.	**MMS**	**PS**
Flora	**FLO1. Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre**	Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre, debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del **Proyecto** con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y como especies más importantes dentro del área del **Proyecto**, tales como *Bursera simaruba*, *Pisonia aculeata, Ayenia fasciculata, Sabal mexicana*, y *Bromelia pinguin.* Así como las especies endémicas y nativas más relevantes *Randia longiloba, Randia truncata, Eumachia microdon Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana*.	**MMS**	**PS**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales, debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el AP en una superficie de 13.021 ha de vegetación tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO_2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas.	**MMS**	**PS**
Fauna	**FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.**	Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el AP o AI en particular de las especies tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Passerina cyanea* (Colorín azul), *Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi* (Golondrina yucateca). Para el caso de los mamíferos se tiene las siguientes especies más abundantes *Sylvilagus yucatanicus* (Conejo Yucateco), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Heterogeomys hispidu* (Tuza crespa). En el caso de la herpetofauna las especies más abundantes fueron *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado). Finalmente, para el grupo de los quirópteros las más abundantes son *Artibeus jamaicensis* (Murciélago fructivoro de Jamaica) y *Carollia perspicillata* (Murciélago de cola corta de Sebas), por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, en el caso de los mamíferos y reptiles	**MMS**	**PS**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas	Significancia de impacto con medidas
		al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad.		
	FAU2. Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna	Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna, generado por varias acciones del **Proyecto**, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado, perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (**AP**) que la fauna utiliza para su desplazamiento, incremento de especies exóticas, alteración del comportamiento de especies.	**MMS**	**PS**
	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio), *Polioptila bilineata* (Perlita cejiancha), en la categoría de protección especial y para el caso de la especie *Astur bicolor* (Gavilan bicolor) en la categoría de Amenazada. Para el caso del grupo de los mamíferos se registró la especie *Coendou mexicanus* (Puercoespín tropical) en la categoría de Amenazada. En el caso de la herpetofauna se registró la presencia de dos especies en la norma *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas) ambas en la categoría de Amenazadas, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.	**MMS**	**PS**
Paisaje	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del Proyecto y finalmente por la presencia del proyecto en la región.	**MMS**	**PS**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

V. 3.1.1. AIRE

Para el factor aire se identificaron 2 impactos ambientales que se presentarán en las etapas de Preparación de sitio y Construcción del **Proyecto**, en la Operación y Mantenimiento, así como cierre y abandono del **Proyecto**, afectando la calidad del aire y el nivel sonoro, estos son los siguientes:

- **AIR1. Afectación de la calidad del aire.**
- **AIR2. Modificación del nivel sonoro.**

La calidad del aire podrá verse afectada por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna (diésel y gasolina) de los vehículos automotores y uso de equipos y maquinaria que se encuentren operando, principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos, que ocurre principalmente, por el paso de maquinaria y equipo por áreas de terracería. En la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, por el tránsito de vehículos que apoyen las labores de mantenimiento, ya sea por el paso de dichos vehículos y por los gases que emanen de la combustión de los motores. Asimismo, durante la etapa de cierre y abandono, por el desmantelamiento de las instalaciones podrán generarse la dispersión de polvos, así como por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los vehículos automotores y equipos.

En el caso de la emisión de ruido, éste será producido por la operación de los vehículos automotores y maquinaria que sean empleados para las actividades del **Proyecto** durante la etapa de preparación de sitio y construcción. El nivel de ruido se modificará únicamente cuando se den las actividades de mantenimiento a la infraestructura del **Proyecto**, así como por el uso de maquinaria y equipo.

De acuerdo con la valoración de los impactos, los impactos sobre la calidad del aire y nivel de ruido tendrán una significancia de "Significativo" para el impacto **AIR1** y de "Significativo" para el impacto **AIR2** sin la implementación de medidas de mitigación; mientras que, considerando las medidas propuestas, la significancia final será de "Poco significativo" para cada uno de los impactos.

V.3.1.2. SUELO

Se identificaron 2 impactos ambientales que afectarán las características biológicas y fisicoquímicas del suelo, los cuales se presentarán en las etapas de Preparación de sitio y Construcción del **Proyecto**, Operación y Mantenimiento, así como en el desmantelamiento del **Proyecto**:

- **SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.**
- **SUE2. Incremento en la erosión y pérdida de suelo**

El impacto **SUE1** se presentará debido a la posible contaminación del suelo en caso de derrame accidental de sustancias oleosas o hidrocarburos de los vehículos y maquinaria, así como por la inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos (residuos sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos y aguas residuales), además las características físicas del suelo se verán modificadas debido al retiro de la cubierta vegetal y de la vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, en las excavaciones, rellenos, compactación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie.

En el mantenimiento, así como en el cierre y abandono podría verse afectadas las características del suelo, si se llegará tener algún derrame de grasas, aceites en el suelo, para lo cual se emplearán lonas o algunos depósitos y así evitar que dichos elementos se derramen directamente en el suelo.

El impacto **SUE2** se presentará por las actividades de desmonte y despalme, trazo y nivelación y excavaciones, terracerías y compactación de la superficie, cimentaciones, por las labores de construcción, donde se requiere nivelar el sitio, lo que significa potencialmente incrementar la erosión existente, cabe señalar que la tasa de incremento mayor se originará por la remoción de vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

Para la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, se pudieran tener una pérdida de suelo si llegase a contaminarse con algún residuo como gasolina, grasas o aceites, o incremento en la erosión si se tuviera el caso del paso de la maquinaria que le de mantenimiento a los equipos del **Proyecto**.

De acuerdo con la valoración realizada, el impacto **SUE1** presenta un valor de significancia "Significativo", mientras que el impacto **SUE2** presenta un valor de significancia "Muy Significativo" sin la aplicación de medidas. Sin embargo, con la implementación de medidas de mitigación, los impactos ambientales adquieren un valor de "No significativo" para el impacto **SUE1**, y para el impacto ambiental **SUE2**, de "Poco Significativo".

V.3.1.3. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Se identificaron 2 impactos ambientales, que afectarán a la hidrología superficial en la etapa de Preparación de sitio y Construcción del **Proyecto**, principalmente:

- **HSUP1.** Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.
- **HSUP2.** Posible afectación de los patrones de escorrentías superficiales.

Las principales interacciones negativas que se identificaron para el impacto **HSUP1** implican actividades como el manejo inadecuado de los residuos generados en las etapas de preparación del sitio y construcción, lo que puede ocasionar una alteración de la calidad del agua superficial que se vea afectada en caso de un evento de derrame de materiales o combustibles por el uso de la maquinaria y equipo.

Con respecto al impacto ambiental **HSUP2**, en virtud del diseño y la infraestructura del **Proyecto**, específicamente hablando de los escurrimientos superficiales, estos no se verán afectados ni se interrumpirán y/o intervendrán, esto considerando que las obras y actividades refieren principalmente a la colocación de torres para la línea de transmisión por lo que no se considera una afectación directa.

De acuerdo con la valoración realizada, los impactos **HSUP1** y **HSUP2** presenta un valor de significancia de "Significativo" sin la implementación de medidas; sin embargo, con la implementación de medidas de mitigación, el impacto adquiere un valor de "No significativo".

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

V.3.1.4. HIDROLOGIA SUBTERRANEA

Se identificaron 2 impactos ambientales que afectarán la hidrología subterránea en la etapa de Preparación de sitio y construcción, Operación y mantenimiento, y Cierre y abandono del **Proyecto**, tales como:

- **HSUB1. Afectación a las características fisicoquímicas del agua subterránea.**
- **HSUB2. Disminución de la infiltración.**

El impacto **HSUB1** es susceptible de presentarse debido a un mal manejo de los residuos generados durante las actividades del **Proyecto**, puede ocurrir un accidente de contaminación del suelo que, en caso de no ser manejado adecuadamente y pueda infiltrarse y contaminar el agua subterránea. Un mal manejo de las aguas sanitarias puede ocasionar un impacto en la calidad del agua subterránea en las diversas etapas del **Proyecto**.

El impacto **HSUB2** se presenta por la disminución de la infiltración de agua hacia los acuíferos por el retiro de vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

En el caso de la infiltración en la etapa de Operación y mantenimiento, se ve disminuida dicha infiltración por el sellamiento de las superficies cimentadas.

En las zonas donde no hay cimentación, pero si se tiene infraestructura, podrían suscitarse derrames de aceites y grasas que podrían infiltrarse al subsuelo en la etapa de Mantenimiento de la infraestructura del **Proyecto**, así como en la etapa de Cierre y abandono, al desmantelar la infraestructura.

De acuerdo con la valoración realizada, el impacto ambiental **HSUB1** y el impacto ambiental **HSUB2** presentan un valor de "Muy Significativo" para cada impacto sin la implementación de medidas de mitigación; pero con la implementación de medidas de mitigación y compensación el impacto ambiental **HSUB1** presenta significancia de "No Significativo" y para el **HSUB2** una significancia de "Poco significativo".

V.3.1.5. FLORA

Se identificaron 2 impactos ambientales para el componente flora en la Preparación de Sitio y construcción, Operación y Mantenimiento tales como:

- **FLO1**. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora.
- **FLO2**. Disminución de la cobertura vegetal forestal.

Se considera la afectación a la abundancia y cobertura de la vegetación presente en el área del **Proyecto** por el desmonte, despalme, y la limpieza del área del **Proyecto**, en vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Con el desmonte, despalme y limpieza del área del **Proyecto** se retirará la vegetación que se encuentra presente en este, afectando así la cobertura vegetal y la abundancia de las especies que habiten en el área del **Proyecto**, particularmente se hará remoción de vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

La vegetación en el **SAR**, **AI** y **AP** se ha transformado respecto a su composición florística original, derivado del uso de suelo agrícola, esto predominante en el área de estudio.

La vegetación presente en el Área del **Proyecto** refiere a la siguiente de acuerdo con lo observado en campo:

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Consideración CUSTF
Maíz	8.248	No aplica
Sorgo	7.997	No aplica
Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	13.021	Aplica CUSTF
Total del Proyecto	29.266	

De la vegetación forestal presente en Área del **Proyecto** se removerá una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

Áreas sujetas a CUSTF en el polígono del Proyecto



Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

De acuerdo con el trabajo de campo se pudieron observar las siguientes especies:

-Para el estrato arbóreo se encontraron un total de 66 especies, de las cuales, *Randia longiloba* y *Randia truncata son* Endémicas-Nativas, el resto son especies nativas.

-Para el estrato arbustivo se encontraron un total de 29 especies, de las cuales *Eumachia microdon* tiene una distribución Endémica-Nativa, *Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana* son especies Endémicas, el resto son especies nativas.

-Para el estrato Palmas se encontró una especie nativa.

-Para el estrato herbáceo se encontraron un total de 14 especies, de las cuales todas son nativas.

A nivel del **Área del Proyecto** se encontraron 110 especies distribuidas en 41 familias botánicas, siendo la especie *Bursera simaruba* la especie que obtuvo los valores más altos respecto al IVI. Este valor muestra que estas especies le confieren las características particulares a la fisonomía e influyen en la estructura del estrato arbóreo. *Pisonia aculeata* y *Ayenia fasciculata* fueron las especies que obtuvieron los valores más altos en el Índice de Valor de Importancia, en la estructura del estrato arbustivo. *Sabal mexicana* fue la única especie por lo que los valores corresponden a ella en el caso del Índice de Valor de Importancia. *Bromelia pinguin* fue la especie que obtuvo los valores más altos del Índice de Valor de Importancia.

Con respecto a las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el **AP**, no se registraron especies

De acuerdo con la valoración realizada, los impactos **FLO1** y **FLO2** presentan un valor de "Muy significativo" cada uno sin la aplicación de medidas, pero con la implementación de medidas de mitigación y compensación dichos impactos ambientales pasan a presentar un valor de "Poco significativo" para todos los impactos ambientales de flora **FLO1** y **FLO2**.

V.3.1.6. FAUNA

Se identificaron 3 impactos ambientales susceptibles de afectar la fauna en la etapa de Preparación de Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento del **Proyecto**, estos son:

- **FAU1**. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
- **FAU2**. Afectación el hábitat de las especies de fauna.
- **FAU3**. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.

Respecto a la afectación a la abundancia y diversidad, así como a especies en riesgo, en seguida se presenta una descripción generalizada por cada grupo taxonómico en el **AP**, **AI** y **SAR** para las especies más abundantes y las menos abundantes; dicho análisis a mayor detalle se presenta en la caracterización del Capítulo IV del presente **DTU**.

Para el caso del **AP** se registró las siguientes especies más abundantes *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Passerina cyanea* (Colorín azul), *Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi* (Golondrina yucateca). Para el caso de los mamíferos se tiene las siguientes especies más abundantes *Sylvilagus yucatanicus* (Conejo Yucateco), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Heterogeomys hispidu* (Tuza crespa). En el caso de la herpetofauna las especies más abundantes

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

fueron *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado). Finalmente, para el grupo de los quirópteros las más abundantes son *Artibeus jamaicensis* (Murciélago fructivoro de Jamaica) y *Carollia perspicillata* (Murciélago de cola corta de Sebas).

El impacto **FAU1** se presentará en el **Proyecto** por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, equipos y personal, así como en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de fauna, ya sea por parte del personal, o por el uso de maquinaria y vehículos que afecte a ejemplares que pudieran estar presentes.

En la etapa de operación y mantenimiento se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de las especies de fauna, principalmente de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura y a la incidencia del flujo de calor producido.

El impacto **FAU2** se presentará por la remoción de la vegetación forestal que se pretende desmontar en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, además, con la limpieza del área del **Proyecto** se retirará vegetación que funge como hábitat para las especies que habitan esta zona, sin embargo, dadas las condiciones de perturbación de esta vegetación este impacto no es significativo, puesto que la presencia de fauna en esta área es baja.

El impacto **FAU3** se puede presentar para las especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010,** por la remoción de vegetación y su afectación al hábitat de dichas especies, así como el daño accidental o intencional de los individuos por parte del personal y/o por el uso de maquinaria y vehículos, asimismo, una vez que el Proyecto se encuentre en operación podría afectar a la fauna principalmente por la mala disposición de residuos durante el mantenimiento del **Proyecto**.

De acuerdo con la valoración realizada, sin la implementación de medidas, se obtuvo que los impactos ambientales **FAU1**, **FAU2** y **FAU3** serán "Muy significativos" sin la aplicación de medidas de mitigación, debido a que se modificará la superficie donde se implementará el **Proyecto**, con lo cual se tendrá desplazamiento de fauna, la pérdida de hábitats y la posible afectación a individuos será mayor; por otro lado, considerando la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación, todos los impactos de fauna **FAU1**, **FAU2** y **FAU3** pasarán a ser "No significativo".

V.3.1.7. PAISAJE

Se identificó un impacto sobre el Paisaje durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como el cierre y abandono del **Proyecto**:

- **PAI1**. Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**.

Este impacto es susceptible de presentarse a causa de la construcción del Proyecto, así como la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos y la inserción de instalaciones superficiales del **Proyecto**, mientras que, en el cierre del **Proyecto**, se presentará debido al retiro de la infraestructura, lo que podría ocasionar la generación de residuos y polvos, así como presencia de maquinaria.

De acuerdo con la evaluación del paisaje, la calidad visual es **baja**, que corresponde a áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales; asimismo representa una zona con fragilidad paisajística **moderada**, con la

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

capacidad para absorber los cambios por la introducción de elementos artificiales, cuyos elementos se encuentran condicionados a las evidencias de alteración y condiciones ambientales en el **SAR**, **AI** y **AP**.

De acuerdo con la valoración realizada, este impacto sin la implementación de medidas se califica como “Muy Significativo”; mientras que, con la implementación de medidas pasa a ser “Poco significativo”.

V.4. Impactos acumulativos

El Artículo 3°, fracción VII, del **REIA** describe un impacto ambiental acumulativo como: el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Para determinar los impactos ambientales acumulativos, definidos en el **REIA**, se ha considerado lo manifestado en el Capítulo IV, en donde se realizó el análisis de los componentes y procesos abióticos y bióticos y se elaboró el diagnóstico ambiental del **SAR** (“línea base”).

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del **Proyecto** como si éste fuera la única fuente de cambio en el **SAR**, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de fenómenos naturales u otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el **Proyecto** va a interactuar.

V.4.1, Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del Sistema Ambiental Regional.

Como se menciona en el Capítulo IV del presente **DTU**, dentro del **SAR** existen los siguientes usos de suelo y tipos de vegetación:

Actividades antropogénicas: dentro de esta categoría se presentan todas las obras que se realizan para un centro urbano, como vivienda, carreteras, infraestructura y equipamiento.

Actividades agropecuarias: aquí se engloban los campos de agricultura. Las principales afectaciones que ocasionan son la reducción de la cobertura vegetal original para la creación de los campos de agricultura, la alteración de la calidad de suelo por los cultivos y la modificación del patrón hidrológico por la canalización de los escurrimientos para el riego de los campos de agricultura que se encuentran dentro del **SAR**. Dichos impactos identificados se suman a los generados por las actividades del **Proyecto** durante preparación del sitio y la construcción, las cuales afectan los componentes mencionados principalmente con el uso de maquinaria y equipos y la generación de residuos durante las diferentes etapas del **Proyecto**.

Para determinar los componentes afectados previamente dentro del **SAR**, se realizó la matriz, en la cual se identifican los indicadores relacionados con obras y actividades existentes.

Asimismo, se asignó el valor de acumulación conforme a los siguientes valores:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

- 0 (nula): cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos,
- 1 (poca): cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental.
- 2 (media): cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente.
- 3 (alta): cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente).

Tabla V.10. Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en el SAR.

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Actividades antropogénicas	Construcción de un parque fotovoltaico	Actividades agropecuarias	Proyecto	Valor
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas	**SUE1.** Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo	♦	♦	♦	♦	3
	Procesos Erosivos	**SUE2.** Incremento de la erosión y pérdida de suelo	♦	♦	♦	♦	3
Aire	Calidad del aire	**AIR1.** Afectación de la calidad del aire.	♦	♦	♦	♦	3
	Nivel de ruido	**AIR2.** Modificación del nivel sonoro	♦	♦	♦	♦	3
Hidrología superficial	Características biológicas, físicas y químicas	**HSUP1.** Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial	♦	♦	♦	♦	3
	Modificación de escurrimientos superficiales	**HSUP2.** Modificación de escurrimientos superficiales	♦	♦	♦	♦	3

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Actividades antropogénicas	Construcción de un parque fotovoltaico	Actividades agropecuarias	Proyecto	Valor
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	**HSUB1.** Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea	♦	♦	♦	♦	3
	Infiltración	**HSUB2.** Disminución de la infiltración	♦	♦	♦	♦	3
Flora	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	**FLO1.** Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre	♦	♦	♦	♦	3
	Cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	**FLO2.** Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	♦	♦	♦	♦	3
Fauna	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	**FAU1.** Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	♦	♦	♦	♦	3
	Hábitat con los servicios ambientales que brinda a las especies fauna	**FAU2.** Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna	♦	♦	♦	♦	3
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	**FAU3.** Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	♦	♦	♦	♦	3

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Actividades antropogénicas	Construcción de un parque fotovoltaico	Actividades agropecuarias	Proyecto	Valor
Paisaje	Calidad paisajística	**PAI1**. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	♦	♦	♦	♦	3

Conforme a la tabla anterior, se observa que todos los impactos son acumulativos, dado que actualmente existen otras actividades generadoras de impactos sobre los factores ambientales evaluados, principalmente relacionadas con las actividades de actividades antropogénicas y actividades agropecuarias. Sin embargo, todos estos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir su acumulación.

V.5. Impactos sinérgicos

El **REIA** en su Artículo 3°, fracción VIII, describe un impacto sinérgico como aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. También Gómez-Orea (2013) describe un impacto sinérgico como uno de los atributos que tiene mayores repercusiones en la gestión ambiental.

Por lo tanto, de conformidad con lo anterior, se presentan los siguientes impactos sinérgicos indicados en la siguiente tabla, donde el impacto adquirió valores 0 (nula) cuando no se presentan interacciones entre impactos; 1 (ligera) cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas, 2 [moderada: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas) y 3 (fuerte: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas].

Tabla V.11. Impactos sinérgicos del Proyecto.

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Valor
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas	SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	**2**
	Procesos Erosivos	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	**2**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Valor
Aire	Calidad del aire	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	1
	Nivel de ruido	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	2
Hidrología superficial	Características biológicas, físicas y químicas	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial	2
	Modificación de escurrimientos superficiales	HSUP2. Modificación de escurrimientos superficiales	1
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea	2
	Infiltración	HSUB2. Disminución de la infiltración.	2
Flora	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	FLO1. Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre	2
	Cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	**FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales**	3
Fauna	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	2
	Hábitat con los servicios ambientales que brinda a las especies fauna	FAU2. Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna	1
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	2
Paisaje	Calidad paisajística	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	2

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

De conformidad con los resultados, se tiene que los impactos **AIR1**, **HSUP2**, **FAU2**, **SUE2**, son sinérgicos con una categoría de ligeros, mientras que los impactos **SUE1**, **SUE2**, **AIR2**, **HSUP1**, **HSUB1**, **HSUB2**, **FLO1**, **FAU1**, **FAU3** y **PAI1** tienen una categoría de moderada, finalmente **FLO2** se considera con una categoría de fuerte. Sin embargo, dichos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir su sinergia.

V.6. Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del **SAR** reduzca su significancia. Sin embargo, pueden llegar a existir impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas y que son denominados residuales. Asimismo, el **REIA** en su Artículo 3°, fracción X, describe un impacto residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente de un proyecto sobre el ambiente.

Para el caso del **Proyecto**, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo en función del atributo de Duración (D), definido como Extensión en el tiempo del efecto generado por determinada acción o actividad del **Proyecto**, y adquiere valores entre 1 y 3, donde los impactos residuales serían aquellos que adquiere el valor de 3, correspondientes a los que persisten durante toda la vida útil del **Proyecto**. De conformidad con la matriz de valoración se identificaron los siguientes impactos residuales:

Tabla V.12. Impacto residual del Proyecto.

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Valor
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas	SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.	**1**
	Procesos Erosivos	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	**2**
Aire	Calidad del aire	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	**2**
	Nivel de ruido	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	**2**
Hidrología superficial	Características biológicas, físicas y químicas	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial	**2**
	Modificación de escurrimientos superficiales	HSUP2. Modificación de escurrimientos superficiales	**2**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Valor
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea	**1**
	Infiltración	**HSUB2. Disminución de la infiltración.**	**3**
Flora	**Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres**	**FLO1. Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre**	**3**
	Cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	**FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales**	**3**
Fauna	**Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres**	**FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.**	**3**
	Hábitat con los servicios ambientales que brinda a las especies fauna	**FAU2. Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna**	**3**
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	**FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo**	**3**
Paisaje	**Calidad paisajística**	**PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.**	**3**

De conformidad con la tabla anterior, se tiene que los impactos ambientales **HSUB2, FLO1, FLO2**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI1** son susceptibles de presentarse como residuales por la implementación del **Proyecto**; sin embargo, dichos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir su residualidad.

V.7. Conclusiones

Se identificaron **14 impactos ambientales** sobre los factores geomorfología, aire, suelo, hidrología subterránea, flora, fauna, paisaje y social: de los cuales 14 son negativos y uno es positivo, este último relacionados con generación de empleos; estos impactos son los siguientes:

1. **AIR1**. Afectación de la calidad del aire.
2. **AIR2.** Modificación del nivel sonoro.
3. **SUE1**. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

4. **SUE2**. Incremento de la erosión.
5. **HSUP1**. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.
6. **HSUP2**. Modificación de los escurrimientos superficiales
7. **HSUB1**. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea.
8. **HSUB2**. Disminución de la infiltración.
9. **FLO1**. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.
10. **FLO2**. Disminución de la cobertura vegetal forestal.
11. **FAU1**. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
12. **FAU2**. Afectación al hábitat de las especies de fauna.
13. **FAU3**. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.
14. **PAI1**. Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**.
15. **SOC1**. Generación de fuentes de empleo. (impacto positivo).

De acuerdo con la valoración realizada se destaca que bajo el escenario sin medidas de mitigación se observó que presenta un valor de "Significativo", los siguientes impactos ambientales: **SUE1**, **AIR1, AIR2**, **HSUP1**, **HSUP2**, asimismo los siguientes impactos ambientales **SUE2**, **HSUB1**, **HSUB2**, **FLO1**, **FLO2**, **FAU1**, **FAU2** y **FAU3**, además de **PAI1** presentan valores de "Muy Significativo". Los valores de significancia sin medidas se resumen en la siguiente tabla:

Tabla V.13. Valor de significancia de los impactos identificados sin medidas.

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas
Suelo	**SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.**	Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad), por el desmonte y despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones de las estructuras para las LTE del **Proyecto**.	**S**
	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	Incremento de la erosión y pérdida de suelo, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del Proyecto, modificando el relieve del sitio, así como por la remoción de la vegetación en una superficie de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.	**MMS**
Aire	**AIR1. Afectación de la calidad del aire.**	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del **Proyecto**, así como por la generación de polvos.	**S**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas
	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del **Proyecto**.	**S**
Hidrología superficial	**HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial**	Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**; también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.	**S**
	HSUP2. Modificación de escurrimientos superficiales	Modificación de escurrimientos superficiales, por la posible afectación de los patrones de escorrentías superficiales debido a la instalación de infraestructura del **Proyecto** y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	**S**
Hidrología subterránea	**HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea**	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del **Proyecto**.	**MMS**
	HSUB2. Disminución de la infiltración.	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha.	**MMS**
Flora	**FLO1. Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre**	Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre, debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del **Proyecto** con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y como especies más importantes dentro del área del **Proyecto**, tales como *Bursera simaruba*, *Pisonia aculeata, Ayenia fasciculata, Sabal mexicana*, y *Bromelia pinguin.* Así como las especies endémicas y nativas más relevantes *Randia longiloba, Randia truncata, Eumachia microdon Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana.*	**MMS**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas
	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales, debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el AP en una superficie de 13.021 ha de vegetación tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO_2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas.	**MMS**
Fauna	**FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.**	Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el **AP** o **AI** en particular de las especies tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Passerina cyanea* (Colorín azul), *Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi* (Golondrina yucateca). Para el caso de los mamíferos se tiene las siguientes especies más abundantes *Sylvilagus yucatanicus* (Conejo Yucateco), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Heterogeomys hispidu* (Tuza crespa). En el caso de la herpetofauna las especies más abundantes fueron *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado). Finalmente, para el grupo de los quirópteros las más abundantes son *Artibeus jamaicensis* (Murciélago fructivoro de Jamaica) y *Carollia perspicillata* (Murciélago de cola corta de Sebas), por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, en el caso de los mamíferos y reptiles	**MMS**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impactos sin medidas
		al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad.	
	FAU2. Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna	Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna, generado por varias acciones del **Proyecto**, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado, perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (AP) que la fauna utiliza para su desplazamiento, incremento de especies exóticas, alteración del comportamiento de especies.	**MMS**
	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio), *Polioptila bilineata* (Perlita cejiancha), en la categoría de protección especial y para el caso de la especie *Astur bicolor* (Gavilan bicolor) en la categoría de Amenazada. Para el caso del grupo de los mamíferos se registró la especie *Coendou mexicanus* (Puercoespín tropical) en la categoría de Amenazada. En el caso de la herpetofauna se registró la presencia de dos especies en la norma *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas) ambas en la categoría de Amenazadas, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.	**MMS**
Paisaje	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y **AI**, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del Proyecto y finalmente por la presencia del proyecto en la región.	**MMS**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que los impactos ambientales **SUE1**, **HSUP1**, **HSUP2** y **HSUB1** cambian su nivel de significancia a "No significativo"; los impactos ambientales **SUE2**, **AIR1**, **AIR2**, **HSUB2**, **FLO1**, **FLO2**, **FAU1**, **FAU2, FAU3** y **PAI1** cambia su valor a "Poco significativo". Los valores de significancia con medidas se resumen en la siguiente tabla:

Tabla V.14. Valor de significancia de los impactos identificados con medidas.

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impacto con medidas
Suelo	**SUE1. Afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo.**	Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad), por el desmonte y despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones de las estructuras para las LTE del **Proyecto**.	**NS**
	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	Incremento de la erosión y pérdida de suelo, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del **Proyecto**, modificando el relieve del sitio, así como por la remoción de la vegetación en una superficie de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.	**PS**
Aire	**AIR1. Afectación de la calidad del aire.**	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del **Proyecto**, así como por la generación de polvos.	**PS**
	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del **Proyecto**.	**PS**
Hidrología superficial	**HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial**	Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**; también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.	**NS**
	HSUP2. Modificación de escurrimientos superficiales	Modificación de escurrimientos superficiales, por la posible afectación de los patrones de escorrentías superficiales debido a la instalación de infraestructura del **Proyecto** y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.	**NS**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec
Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impacto con medidas
Hidrología subterránea	**HSUB1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea**	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del **Proyecto**.	**NS**
	HSUB2. Disminución de la infiltración.	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha.	**PS**
Flora	**FLO1. Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre**	Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre, debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del **Proyecto** con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y como especies más importantes dentro del área del **Proyecto**, tales como *Bursera simaruba*, *Pisonia aculeata, Ayenia fasciculata, Sabal mexicana*, y *Bromelia pinguin.* Así como las especies endémicas y nativas más relevantes *Randia longiloba, Randia truncata, Eumachia microdon Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana*.	**PS**
	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales, debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el **AP** en una superficie de 13.021 ha de vegetación tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO_2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas.	**PS**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impacto con medidas
Fauna	**FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.**	Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el **AP** o **AI** en particular de las especies tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Passerina cyanea* (Colorín azul), *Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi* (Golondrina yucateca). Para el caso de los mamíferos se tiene las siguientes especies más abundantes *Sylvilagus yucatanicus* (Conejo Yucateco), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Heterogeomys hispidu* (Tuza crespa). En el caso de la herpetofauna las especies más abundantes fueron *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado). Finalmente, para el grupo de los quirópteros las más abundantes son *Artibeus jamaicensis* (Murciélago fructivoro de Jamaica) y *Carollia perspicillata* (Murciélago de cola corta de Sebas), por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad.	**PS**
	FAU2. Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna	Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna, generado por varias acciones del **Proyecto**, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado, perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (**AP**) que la fauna utiliza para su desplazamiento, incremento de especies exóticas, alteración del comportamiento de especies.	**PS**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Componente	Clave y demonimación del impacto	Impacto	Significancia de impacto con medidas
	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio), *Polioptila bilineata* (Perlita cejiancha), en la categoría de protección especial y para el caso de la especie *Astur bicolor* (Gavilan bicolor) en la categoría de Amenazada. Para el caso del grupo de los mamíferos se registró la especie *Coendou mexicanus* (Puercoespín tropical) en la categoría de Amenazada. En el caso de la herpetofauna se registró la presencia de dos especies en la norma *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas) ambas en la categoría de Amenazadas, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.	**PS**
Paisaje	**PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.**	Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y **AI**, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del Proyecto y finalmente por la presencia del proyecto en la región.	**PS**

Se observa que todos los impactos son acumulativos, dado que actualmente existen otras actividades generadoras de impactos sobre los factores ambientales evaluados, principalmente relacionadas con actividades antropogénicas y actividades agropecuarias; mientras que como impactos sinérgicos se tiene que los impactos **AIR1**, **HSUP2**, **FAU2**, **SUE2**, son sinérgicos con una categoría de ligeros, mientras que los impactos **SUE1**, **SUE2**, **AIR2**, **HSUP1**, **HSUB1**, **HSUB2**, **FLO1**, **FAU1**, **FAU3** y **PAI1** tienen una categoría de moderada, finalmente **FLO2** se considera con una categoría de fuerte. Sin embargo, dichos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir su sinergia.

Asimismo, los impactos ambientales **HSUB2, FLO1, FLO2**, **FAU1**, **FAU2**, **FAU3** y **PAI1** son susceptibles de presentarse como residuales por la implementación del **Proyecto**; sin embargo, dichos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir su residualidad.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Sierra Gorda #49, Lomas de Chapultepec Ciudad de México. C.P. 11000 Teléfono: 55 7155
[redacted]

Documento Técnico Unificado (DTU)

Modalidad B - Regional

PROYECTO:

"LÍNEA DE TRANSMISIÓN NORTE LA ALEGRÍA SOLAR"

PROMOVENTE:

"SUNSTONE POWER 2, S. DE R.L. DE C.V."

Sunstone Power

CAPITULO VI.

CAPÍTULO VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

PREPARADO PARA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Campeche, Campeche

Enero, 2026

TABLA DE CONTENIDO

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO 5
Recursos biológicos forestales y su valoración económica 6
VI.1.1 Clasificación para la valoración económica 7
VI.1.2 Estimación de los recursos biológicos forestales (estrato arbóreo y arbustivo) 11
VI.1.3 Estimación económica de los recursos no maderables 12
VI.1.4 Estimación económica de la fauna silvestre presente en la superficie sujeta a CUSTF. 13
Justificación técnica 20
VI.1.5 Mantener la biodiversidad de los ecosistemas 20
Tasa de erosión de los suelos antes y después de la remoción de la vegetación. 33
VI.1.6 Metodología de estimación de la erosión hídrica 33
VI.1.7 Resultados de la estimación de la erosión hídrica sin CUSTF y con CUSTF 39
VI.1.8 Resultados de la estimación hídrica Sin CUSTF y con CUSTF 46
VI.1.9 Metodología para la estimación de la erosión eólica. 50
VI.1.10 Metodología desarrollada de la erosión eólica 56
VI.1.11 Resultados de la estimación de la erosión eólica sin CUSTF y con CUSTF 57
VI.1.12 Volumen de suelo a mitigar por efectos del CUSTF 60
VI.1.13 Estimación de la erosión actual del área de reforestación 60
VI.1.14 Estimación de la erosión una vez establecida la reforestación 65
VII. 2 De la capacidad de infiltración del agua después de la remoción de vegetación. 67
VI.2.1 Metodología para la estimación del potencial de infiltración 68
VI.2.2 Volumen precipitado (VOLP) 68
VI.2.3 Volumen evapotranspirado (VOLETP) 68
VI.2.4 Volumen escurrido (VOLEA) 69
VI.2.5 Potencial de Infiltración (VOLPI) 71
Resultados de la estimación del potencial de infiltración sin CUSTF y con CUSTF 72
VI.2.6 Volumen precipitado (VOLP) 72
VI.2.7 Estimación del potencial de infiltración actual área de reforestación 74
VI.2.8 Estimación del potencial de infiltración una vez establecida la reforestación 76
ESCENARIO 1: CAPTURA DE CARBONO QUE SE PRESENTA SIN CUSTF. ..... **¡Error! Marcador no definido.**
VI.3 Carbono que es capturado en la Biomasa ..... **¡Error! Marcador no definido.**
VI.4 GENERACIÓN DE OXÍGENO ..... **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI. 1Técnicas de valoración mediante los precios del mercado 8
Tabla VI. 2 Técnicas de valoración mediante los precios económicos (sombra) 9
Tabla VI. 3 Técnicas de valoración por el método de los precios hedónicos 10
Tabla VI. 4Técnicas de valoración por el método del costo del viaje 11
Tabla VI. 5 Estimación de los costos según existencias y volumen total 12

Tabla VI. 6 Estimación de los costos de acuerdo a la forma de vida 12
Tabla VI. 7 Clasificación de los valores de la fauna silvestre 14
Tabla VI. 8 Ejemplares identificados según número de individuos, precio unitario y costo total 15
Tabla VI. 9 Comparativo de los índices obtenidos en el SAR y área de CUSTF 20
Tabla VI. 10 Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México 34
Tabla VI. 11 Valores de erosionabilidad del suelo ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 12 Factor C para pastizales, agostaderos y terrenos en descanso (vegetación permanente) 38
Tabla VI. 13 Factor C para bosques no disturbados..... 39
Tabla VI. 14 Datos meteorológicos cercanos al área sujeta al CUSTF 40
Tabla VI. 15 Valores de erosionabilidad de los suelos (K). 41
Tabla VI. 16 Factor LS para las pendientes del área de CUSTF..... 43
Tabla VI. 17 Valores del factor C para terrenos disturbados con vegetación permanente. 45
Tabla VI. 18 Valores del factor C sin CUSTF y con CUSTF. 46
Tabla VI. 19 Valores de la EUPS utilizados para el escenario sin CUSTF 47
Tabla VI. 20 Tipos de suelos calcáreos. 51
Tabla VI. 21 Valores para la capa de textura para suelos no calcáreos. 51
Tabla VI. 22 Valores para la capa de textura para suelos calcáreos..... 52
Tabla VI. 23 Valores para el cálculo de CAUSO..... 52
Tabla VI. 24 Tipos de suelos en el área de CUSTF y su fase. 57
Tabla VI. 25 Valores de CAUSO antes del CUSTF y con CUSTF 57
Tabla VI. 26 Tasas y volumen de erosión eólica actual en el área de CUSTF. 57
Tabla VI. 27 Erosión total (eólica e hídrica) dentro del área de CUSTF. 60
Tabla VI. 28 Valores de la EUPS utilizados en el área de reforestación. 61
Tabla VI. 29 Valores de la erosión eólica utilizados en el área de reforestación. 63
Tabla VI. 30 Valores del factor C por cobertura propuesta..... 66
Tabla VI. 31 Recuperación de las tasas y volumen de erosión hídrica en el área de reforestación 66
Tabla VI. 32 Valores de CAUSO por cobertura propuesta ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 33 Valores de CAUSO por cobertura propuesta ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 34 Valores de "K" para el Coeficiente de Escurrimiento..... 70
Tabla VI. 35 Datos meteorológicos del área sujeta al CUSTF. 73
Tabla VI. 36Volumen precipitado en el área sujeta a CUSTF. 73
Tabla VI. 37 Volumen evapotranspirado en el área sujeta a CUSTF.**¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 38 Valores de K y Ce en dos escenarios en el área sujeta a CUSTF**¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 39 Volumen de escurrimiento en dos escenarios en el área sujeta a CUSTF**¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 40 Volumen de infiltración en dos escenarios en el área sujeta a CUSTF**¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 41 Volumen de precipitación y ETP en el área de reforestación 75
Tabla VI. 42 Valores de K y Ce en el área de reforestación..... 75
Tabla VI. 43 Volumen de escurrimiento en el área de reforestación. 76
Tabla VI. 44 Valores de K y Ce, en los años 1 a 5 77
Tabla VI. 45 Volúmenes de escurrimiento e infiltración en los años 1 a 5 78

Tabla VI. 46 Volúmenes de escurrimiento e infiltración en los años 1 a 5 78
Tabla VI. 47 Memoria de cálculo de captura de carbono para el estrato arbóreo y arbustivo . **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 48 Memoria de cálculo de captura de carbono para el estrato palmas, suculentas y herbáceas ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 49 Resumen de la Memoria de cálculo de captura de carbono de Biomasa sin CUSTF **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 50 Resumen del Volumen de Carbono almacenado sin CUSTF **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 51 Captura de carbono en la biomasa y COS con CUSTF. **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 52 Cantidad de individuos a rescatar y reubicar por especie **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 53 Especies elegidas y cantidad para reforestar..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 54 Comportamiento de la captura de Carbono en la biomasa y en el suelo en el tiempo **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 55 Tasa de incremento anual de COS para selva mediana subperennifolia **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 56 Carbono acumulado en el suelo en 10 años ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 57 Cremento del Carbono perdido en dos escenarios ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 58 Retorno en la captura de carbono en tres escenarios... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 59 Recuperación de la pérdida de capacidad de almacenamiento de carbono **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 60 Carbono para los tres escenarios ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 61 Memoria de cálculo de generación de oxígeno ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 62 Captura de oxígeno en la biomasa con CUSTF ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 63 Captura de oxígeno en la biomasa con CUSTF ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla VI. 64 Captura capturado en la biomasa..... **¡Error! Marcador no definido.**

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Fundamento jurídico

La integración de este capítulo tiene por objeto dar cumplimiento a lo dispuesto en el "*ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan",* en cuyo artículo Primero establece lo siguiente:

> ***Primero.*** *Se establecen los trámites unificados de aprovechamiento forestal y de cambio de uso de suelo forestal, este último en sus modalidades A y B, los cuales son opcionales para los interesados y, por lo tanto, no anulan o limitan el derecho de éstos para solicitar las autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, de cambio de uso de suelo forestal y en materia de impacto ambiental de manera separada.*

El presente trámite único se presenta en su modalidad B-Regional con fundamento en lo dispuesto por la fracción V del Artículo Segundo y conteniendo la información señalada por el Artículo Séptimo del Acuerdo en cuestión, los cuales a letra dicen:

> ***Segundo.*** *Para los efectos del presente Acuerdo se entenderá por:*
>
> *…*
>
> ***V.*** *Trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B: es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización en materia de impacto ambiental para la obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, excepto la prevista en la fracción V de dicho numeral y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable* (ahora Articulo 93 de Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01 de abril de 2024).
>
> *…*
>
> ***Séptimo.*** *El documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B, contendrá la información que prevén los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, según corresponda, así como la indicada en el artículo 121, fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable* (Artículo 141 del Nuevo reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de diciembre de 2020).

Con base en lo anterior, el presente capítulo se centrará en dar cumplimiento a lo dispuesto por las Fracciones V y VI del Artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS), que señalan lo siguiente:

V. *Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;*

VI. *Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;*

Además, se incluye el punto de vista técnico-ambiental, económico y social, que en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (en adelante cambio de uso de suelo o **CUSTF**, indistintamente)propuesto se cumple con los supuestos que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**LGDF**S) para su autorización.

De acuerdo con el Artículo 7, Fracción XXIV, de la **LGDFS** en su última reforma se entenderá por:

XLVI. Recursos biológicos forestales: Comprende las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación;

XLV. II. Recursos forestales: La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales;

XLVIII. Recursos forestales maderables: Los constituidos por vegetación leñosa susceptibles de aprovechamiento o uso;

XLIX. L. LI. Recursos forestales no maderables: La parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y susceptibles de aprovechamiento o uso, incluyendo líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos de terrenos forestales y preferentemente forestales; Recursos genéticos forestales: Semillas y órganos de la vegetación forestal que existen en los diferentes ecosistemas y de los cuales dependen los factores hereditarios y la reproducción y que reciben el nombre genérico de germoplasma forestal;

En el presente apartado se realiza una estimación económica de los recursos biológicos a afectar, así como la valoración de servicios ambientales asociados al espacio sujeto a cambio de uso de suelo. Resulta importante hacer mención de que actualmente el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS) en su artículo 141 NO contempla realizar el cálculo sobre la "Estimación económica de los recursos biológicos forestales", sin en cambio sirva la presente información únicamente como referencia, y esta pudiera no ser cuestionada, ya que resulta sumamente complicado el colocar algún costo o valor económico a algún servicio ambiental o a un ejemplar de vida silvestre ya sea animal o vegetal.

Recursos biológicos forestales y su valoración económica

La importancia de los recursos biológicos forestales radica en los beneficios que proporciona, y entre ellos se encuentran la regulación del clima y del agua, los ciclos bio-geoquímicos, suministro de agua, fibras, mejora el paisaje; producen bienes ambientales que son usados por el hombre, como frutos, artesanías,

medicinas, etc.; captación de carbono, con ello regula el cambio climático, produce oxígeno, amortigua el ruido, protege la biodiversidad, mantiene los ecosistemas, protege y forma el suelo, mantiene la capacidad de recarga de acuíferos, mantiene la calidad de agua, reduce la producción de sedimentos, reduce la erosión y el riesgo de inundaciones en las zonas bajas, el follaje amortigua los cambios de temperatura en el ecosistema, retiene polvo, forma nichos, sustenta las redes tróficas y es el escenario de los procesos biológicos y ecológicos del sitio. Es importante estimar una valoración económica por motivos sociales, económicos y ecológicos y tal importancia radica en el intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos naturales independientemente de que si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo. Por lo tanto, el objetivo primordial al formular estudios que valoren económicamente los bienes y servicios ambientales es establecer una medida monetaria del valor económico generado por el flujo de bienes y servicios no comercializables, derivados de los recursos naturales. Esta medida constituye una aproximación de los beneficios que genera para la sociedad una asignación del recurso a un óptimo social o privado. La integración del crecimiento económico y la protección ambiental está estrechamente asociada al concepto de desarrollo sustentable que tiene como premisa el equilibrio entre la actividad económica, los sistemas biofísicos y la calidad de vida de la sociedad. Mantener ese equilibrio implica conocer y dar valor a los costos y efectos negativos, así como a los beneficios, que se producen por la selección de las actividades económicas y los patrones de consumo relacionados con la diversidad biológica y el valor de su uso, agotamiento o degradación, incorporándolos en los costos y beneficios, en términos de la capacidad futura de la economía y de la sociedad. La actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos. La ausencia de esta valoración permitió que durante mucho tiempo sólo se asumieran decisiones basadas en las estrictas señales de mercado (cuando existen mercados formales o que proporcionan elementos para su seguimiento) o en las necesidades primarias del desarrollo. En este sentido el problema se refleja en la distorsión de precios en mercados subsidiados y como consecuencia se han generado incentivos para el uso excesivo de los recursos, propiciando así su escasez.

VI.1.1 Clasificación para la valoración económica

La clasificación más aceptada para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad está en función del beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futura generación y los valores referidos a una convicción ética. Para alcanzar la meta del presente apartado de este DTU, la clasificación económica fue tomada de Munasinghe M. y E. Lutz (1993) que reconoce los valores de uso y de no uso. Claramente, los valores descritos en ésta varían de acuerdo con el ecosistema, área, hábitat o especie al que se quieran aplicar, no sólo en cuanto al valor mismo, sino en cuanto a la aplicabilidad del concepto. Los valores de uso se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera, la explotación pesquera, la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales, la recolección de leña y el pastoreo, entre otras) o de su recepción por individuos (ecoturismo y/o actividades recreativas). Algunas clasificaciones subdividen el valor directo en valor de uso extractivo y de uso no extractivo. El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. A diferencia del valor de uso

directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

El valor de opción se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta. Por ejemplo, el uso potencial de plantas para fines farmacéuticos, para la obtención de nuevas materias primas o de especímenes para el control biológico de plagas, y para el avance del conocimiento humano sobre la vida en nuestro hábitat. En adición a los valores de uso actuales o potenciales, los valores de no uso se subdividen en valor de herencia y valor de existencia. El primero se refiere al valor de legar los beneficios del recurso a las generaciones futuras, este valor implica un sentido de pertenencia o propiedad. El segundo es el valor de un bien ambiental y es asignado simplemente porque existe: este valor es de orden ético, con implicaciones estéticas, culturales o religiosas. La clasificación de la tipología del valor de los usos de un ecosistema se presenta a continuación:

Tabla VI. 1Técnicas de valoración mediante los precios del mercado

Técnicas de valoración	Ventajas	Inconvenientes
Emplea los precios corrientes de los bienes y servicios comercializados en los mercados nacionales e internacionales	Los precios de mercado reflejan la disposición de los particulares a pagar por los beneficios y costos comerciales de los recursos biológicos (pescado, madera, leña, recreación) y se pueden emplear para hacer cuentas financieras a fin de comparar los usos alternativos de los recursos desde la óptica de la persona o empresa privada de que se trate y las ganancias y pérdidas privadas. Los datos relativos a los precios son relativamente fáciles de conseguir.	Las imperfecciones de los mercados y/o los fallos de las políticas pueden distorsionar los precios de mercado, en cuyo caso no reflejan el valor económico de los bienes y servicios para la sociedad en conjunto. Las variaciones estacionales y otros efectos en los precios deben tenerse en cuenta cuando se emplean precios de mercado en análisis económicos.

Tabla VI. 2 Técnicas de valoración mediante los precios económicos (sombra)

Técnicas de valoración	Ventajas	Inconvenientes
Empleo de precios de mercado ajustados teniendo en cuenta los pagos de transferencia, las imperfecciones del mercado y las distorsiones derivadas Los precios económicos reflejan el valor económico Inconvenientes Es complicado deducir los precios económicos y esto puede exigir muchos datos. de las políticas. Cuando se da cabida explícitamente al factor equidad, se pueden ponderar también los efectos en la distribución. Además, se pueden calcular precios sombra de bienes que no son objeto de comercio.	Los precios económicos reflejan el valor económico real o costo de oportunidad para toda la sociedad de los bienes y servicios comercializados en los mercados nacionales e internacionales (pescado, leña, madera, entre otros)	Es complicado deducir los precios económicos y esto puede exigir muchos datos. Según parece es posible que los precios artificiales no sean aceptados por los decisores.

También existen otras técnicas como la del cambio de productividad. Por ejemplo, la pérdida de un ecosistema puede disminuir la productividad agrícola al degradarse los servicios ambientales prestados por ellos, tales como la conservación del suelo y el agua, el control de inundaciones o la protección contra el viento.

El costo de oportunidad o el valor neto de la producción perdida se convierte en una medida de valor del servicio ambiental del bosque para la agricultura. Esta valoración se hace sobre los precios de mercado de la producción perdida por la disminución de productividad. La ganancia perdida se puede considerar como la máxima disposición de los agricultores de pagar para evitar el daño.

Este método puede ser usado para la valoración del uso indirecto. Otras estrategias es utilizar un mercado sustituto, obteniéndose una curva de demanda subrogada. Se utiliza la información de precios en mercados reales para calcular de manera indirecta los beneficios de los bienes o servicios de la biodiversidad para los cuales no existen mercados.

Algunas técnicas utilizadas son las de gastos de viaje, métodos hedónicos, gastos defensivos y otros. En el método de los precios hedónicos, es separado el componente ambiental y se compara el precio de mercado del bien con otro que carezca de los atributos ambientales. Por ejemplo, el valor de un bien inmueble por encontrarse en un bosque o en un sitio con paisaje natural excepcional.

Tabla VI. 3 Técnicas de valoración por el método de los precios hedónicos

Técnicas de valoración	Ventajas	Inconvenientes
El valor recreativo del medio ambiente (paisaje) se deduce de los mercados de bienes raíces o de trabajo. La premisa básica es que el valor nominal de un bien raíz (o salario) refleja una corriente de beneficios (o las condiciones de trabajo) y que es posible aislar el valor de la característica ambiental u oportunidad recreativa de que se trate.	Es posible que los precios hedónicos sirvan para valorar algunas funciones de los recursos biológicos (protección contra tormentas, recarga de acuíferos) en términos de su impacto en el valor de las tierras, en el supuesto de que las funciones se reflejen plenamente en los precios de la tierra.	Para aplicar precios hedónicos a las funciones ambientales, es preciso que estos valores se reflejen en mercados sustitutivos. En caso de distorsión de los mercados o de que los ingresos condicionen las posibilidades de elegir, la información sobre las condiciones ambientales no se difunda ampliamente, escaseen los datos, es posible que disminuyan las posibilidades de aplicar este método.

Método de gastos de viaje.

Estos gastos se usan como una aproximación para valorar sitios recreacionales a través del gasto que efectuarán los visitantes. El método sirve para valorar algunos usos directos como la recreación o el deporte. Las visitas por individuo se definen como una función de los gastos de viaje y de las condiciones socioeconómicas del usuario. Se realizan observaciones de las visitas realizadas tomando en cuenta las distancias de viaje. De esas observaciones, se deriva una curva de demanda y se obtiene la disposición del usuario a pagar por el servicio (Perrings C. et al., 1995).

Tabla VI. 4Técnicas de valoración por el método del costo del viaje

Técnicas de valoración	Ventajas	Inconvenientes
Este método deduce la disposición a pagar por los beneficios ambientales en un lugar dado empleando información sobre el dinero y el tiempo que los visitantes emplean para acudir a él.	Se emplea generalmente para estimar el valor de lugares de recreo, como parques públicos y reservas naturales, en países en desarrollo. Podría emplearse para estimar la disposición a pagar por concepto de turismo ecológico	Alto coeficiente de datos; supuestos restrictivos sobre la conducta del consumidor (viaje con varias finalidades); los resultados son muy sensibles a los métodos estadísticos empleados para especificar la relación con la demanda.

El método de los gastos preventivos y defensivos se usa para medir los gastos de gobiernos, empresas y particulares para reducir los efectos ambientales no deseados. En este método se interpretan los gastos como un indicador de los beneficios ambientales resultantes. El método, sin embargo, debe considerar la existencia de gastos efectuados en virtud de normas obligatorias, que pueden distorsionar el valor del beneficio obtenido. Para el caso del presente Documento Técnico Unificado, se empleó el método de mercados reales, ya que se cuenta con más información para su desarrollo y es el que mejor se adapta para el presente estudio. Es importante señalar que en la superficie forestal delimitada en el presente **DTU**, la vegetación que se verá afectada presenta características propias de ecosistemas semiáridos, por lo que la estimación económica se llevará a cabo con los elementos que conforman este tipo de vegetación. Para proceder a la valoración económica de los recursos biológicos forestales a afectar, fue necesario realizar una investigación bibliográfica de las especies presentes en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo; asimismo, se consultaron los precios en mercados locales (en caso de ser comercializadas).

VI.1.2 Estimación de los recursos biológicos maderables

Para la estimación económica de los recursos biológicos forestales maderables se consideró su estimación como madera en rollo, dado que es el producto principal obtenido. Para ello se consideraron los precios presentados por la **CONAFOR** en el Reporte semestral del Sistema de Precios de productos forestales (**SIPRE**), reportados en el segundo semestre del 2024. El precio de la madera que se consideró para los cálculos de los productos forestales fue el correspondiente al "precio libre a bordo de brecha en el predio", que a nivel nacional es estimado en $3,742.93 por m^3 (otras especies tropicales). De esta manera, a partir de los trabajos de campo realizados como parte del diagnóstico ambiental para el área de **CUSTF**, en conjunto suman un volumen total de 1,229.6806 m^3 (arbóreo y arbustico), por lo que la estimación económica de este recurso asciende a $4,602,606.16.

Tabla VI. 5 Estimación de los costos según existencias y volumen total

Volumen total m^3 VTA	Precio del m^3 ($)	Costo total de madera ($)
1,978.791633	$3,760	**$7,440,256.54**

A manera de referencia se estima que el monto económico de los recursos maderables presentes en el área sujeta a **CUSTF** asciende a **$7,440,256.54.**

VI.1.3 Estimación económica de los recursos no maderables

Para la estimación económica de la vegetación no maderable se consideró el costo de los ejemplares de acuerdo con su uso local y los posibles usos de estos, también se tomó en cuenta el Herbario Virtual de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Usos de la Biodiversidad (CONABIO). Otro criterio para asignar costos económicos a los ejemplares vegetales fue considerando el precio de mercado como especies de ornamento, para el caso de las cactáceas, trepadoras y epifitas se manejó un valor promedio.

Con base en el trabajo de campo realizado en la siguiente tabla se presenta de manera resumida la cantidad estimada de individuos presentes en el área sujeta a **CUSTF**, así como su valor o precio económico asignado, para así obtener una estimación economía de los recursos existentes.

Tabla VI. 6 Estimación de los costos de acuerdo a la forma de vida

Forma de vida	Cantidad de ejemplares	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Renuevos Arbóreo	72918	$30.00	$2,187,528.00
Arbustivo	52572	$80.00	$4,205,783.00
Palmas	1424	$92.00	$131,023.81
Herbáceas	1,172,338	$1.00	$1,172,337.60
Total			**$7,696,672.41**

A manera de referencia se estima que el monto económico de los recursos no maderables presentes en el área sujeta a **CUSTF** asciende a $ 7,696,672.41.

Tomando en consideración la estimación de costos de recursos maderables y no maderables para el área sujeta a CUSTF, se tiene que el monto económico total de los recursos asciende a $ 15,136,928.95.

Tabla VI. 7 Estimación de los recursos biológicos forestales

Forma de vida	Cantidad de ejemplares
Recursos maderables	$ 7,440,256.54
Recursos no maderables	$7,696,672.41
Total	**$ 15,136,928.95**

VI.1.4 Estimación económica de la fauna silvestre presente en la superficie sujeta a CUSTF.

La conservación de la flora y fauna silvestre de México debe ser considerada como una inversión que permita asegurar el futuro de nuestro país. Se da por hecho que es un asunto de índole moral, ético e incluso estético por encima de ser también de naturaleza económica y social. Los diversos usos, valores e importancias que históricamente, y hoy en día, se les reconocen y confieren a la fauna de vertebrados terrestres han sido elementos determinantes para la evolución del género humano (Pérez-Gil Salcido, et. al. 1996).

Este conocimiento ha variado a través de la historia, región y etnia, además también por moda, con variaciones de enfoque de los avances en otros ámbitos como la ciencia y la tecnología los cuales han revelado nuevas posibilidades o variantes de uso, o bien han permitido la eliminación por sustitución o desplazamiento de otros. Las especies de vertebrados terrestres tienen distintos valores, son importantes como un seguro de subsistencia de muchas poblaciones de nuestro país, las que poseen menos recursos económicos. La gran mayoría de los pobladores de las zonas rurales de escasos recursos habitan en áreas ecológicamente ricas, cultivan tierras marginales no aptas para la actividad agrícola y para subsistir dependen de forma directa de los recursos silvestres locales (agua, leña, forraje, material de construcción, carne de monte, pieles, huesos, frutas, peces, fibras, plantas medicinales, hongos, resinas, miel, etc.) en proporciones que es necesario cuantificar, dado que muchos de estos aspectos aún son desconocidos (Pérez-Gil Salcido, et. al. 1996).

A lo largo de la historia de México, la fauna silvestre ha interactuado con diferentes grupos humanos que dependían de usarlos como recurso. Esto dio como resultado una gran diversidad de usos y actividades, dependiendo de las percepciones en cuanto a la importancia y el valor asignado a la fauna silvestre del país (Pérez-Gil Salcido, et. al. 1996). La palabra "uso" hace referencia a todas aquellas actividades a través de las cuales los seres humanos obtienen algún beneficio, ganancia, fruto o disfrute de elementos de fauna silvestre, en este sentido se reconocen cuatro tipos de valores para los vertebrados terrestres de México: valor de uso, valor de cambio, valor potencial o de opción y valor intrínseco o de existencia.

En la siguiente tabla (tomada de Pérez-Gil Salcido et. al., 1996) se describen brevemente cada uno de los valores reconocidos en la República Mexicana:

Tabla VI. 8 Clasificación de los valores de la fauna silvestre

Valor de uso	Valor de cambio	Valor de opción	Valor de existencia
Existen valores tangibles que la gente obtiene de los recursos naturales para su subsistencia cotidiana. Algunas de estas personas pertenecen a grupos que tradicionalmente han venido utilizando y consumiendo en caso particular a los vertebrados terrestres. En estos casos el valor de uso puede estar representado por su utilización como alimento o como proveedor de elementos para la confección de telas, utensilios etc.	Con el valor de cambio nos estamos refiriendo a su valor como bien u objeto de intercambio comercial, trueque, venta o renta incluso. El comercio de mascotas o el mercado de aves y de ornato son ejemplos muy claros de este tipo de valor de la fauna silvestre.	Por valor de opción o potencial nos estamos refiriendo a la sumatoria de las alternativas u opciones de actividades, bienes, usos, y servicios futuros de los vertebrados terrestres. Muchos de esos posibles usos futuros son obviamente hoy desconocidos. Un clásico ejemplo al respecto lo ha sido el referirse al valor potencial de material genético de las especies silvestres.	Con valor de existencia nos referimos a su valor intrínseco, a su valor por sí mismos como seres vivos (desde el punto de vista ecológico y ético), parte de nuestra herencia y patrimonio natural y cultural. Este valor de existencia mezcla otras percepciones mucho más delicadas como las consideraciones de corte moral, estético, ético y también las místicas y religiosas

De acuerdo con lo anterior, el valor económico que es posible asignar a la fauna varía de acuerdo con los usos y grados de intervención por parte del hombre y, en este sentido, el valor económico designado para las especies de fauna registradas en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo fue con relación a lo descrito (Pérez-Gil Salcido, et. al. 1996); se les asignó un valor económico dependiendo del uso que se le puede dar o se le da a cada especie de fauna silvestre registrada en la superficie sujeta a cambio de uso de suelo obteniendo lo siguiente:

No existe un precio establecido designado a cada especie de fauna silvestre en nuestro país, son pocas las especies que tienen un valor económico en el mercado, siendo principalmente comercializadas para el uso ornamental (como mascotas) y como recurso alimenticio.

Las especies registradas no presentan un precio establecido, si bien algunas aves pueden comercializarse para la cetrería o con fines ornamentales, su venta no está regulada; así como la venta de carne.

La mayoría de las especies presentan únicamente un valor biológico por el papel que desarrollan en su entorno y ciclo de vida, desde carroñeros, dispensadores de semillas, carnívoros. Cada especie desarrolla un papel importante en la cadena trófica de la vida, por lo que no se le puede dar un valor económico.

Fauna silvestre

Tomando como como referencia los resultados obtenidos durante el trabajo de campo por parte de los especialistas en el tema de fauna silvestre, fueron identificadas distintas especies, las estimaciones aproximadas indican que el costo total de ellos asciende a $1,549,102.00 pesos

Tabla VI. 9 Ejemplares identificados según número de individuos, precio unitario y costo total

Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Amazona albifrons	Loro frente blanca	Nativa	Pr	LC	II	226	$5,000.00	$1,130,000.00
Astur bicolor	Gavilán bicolor	Nativa	A	LC	II	4	$5,000.00	$20,000.00
Cathartes aura	Zopilote aura	Nativa	*	LC	*	12	$1,500.00	$ 8,000.00
Chlorestes candida	Colibrí cándido	Nativa	*	LC	II	2	$800.00	$1,600.00
Claravis pretiosa	Tórtola azul	Nativa	*	LC	*	3	$150.00	$450.00
Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	Nativa	*	LC	*	3	$150.00	$450.00
Columbina talpacoti	Tortolita Canela	Nativa	*	LC	*	3	$150.00	$450.00
Coragyps atratus	Zopilote común	Nativa	*	LC	*	2	$ 1,500.00	$3,000.00
Cyanocorax morio	Piapia	Nativa	*	LC	*	15	$ 300.00	$ 4,500.00
Cyanocorax yncas	Chara verde	Nativa	*	LC	*	15	$ 300.00	$ 4,500.00
Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca	Nativa	*	LC	*	52	$ 300.00	$ 15,600.00
Cyclarhis gujanensis	Vireón Cejas Canela	Nativa	*	LC	*	3	$ 300.00	$ 900.00
Dives dives	Zanate cantor	Nativa	*	LC	*	8	$ 250.00	$ 2,000.00

Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Dryocopus lineatus	Carpintero lineado	Nativa	*	LC	*	2	$ 800.00	$ 1,600.00
Dumetella carolinensis	Maullador gris	Nativa	*	LC	*	4	$ 400.00	$ 1,600.00
Empidonax minimus	Papamoscas Chico	Nativa	*	LC	*	3	$ 200.00	$ 600.00
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	Nativa	Pr	NT	II	3	$ 5,000.00	$ 15,000.00
Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño	Nativa	*	LC	II	3	$ 5,000.00	$ 15,000.00
Herpetotheres cachinnans	Halcón guaco	Nativa	*	LC	II	3	$ 5,000.00	$ 15,000.00
Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor	Nativa	*	LC	*	6	$ 600.00	$ 3,600.00
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	Nativa	*	LC	*	7	$ 150.00	$ 1,050.00
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje	Nativa	*	LC	*	3	$ 800.00	$ 2,400.00
Passerina cyanea	Colorín azul	Nativa	*	LC	*	65	$ 600.00	$ 39,000.00
Patagioenas flavirostris	Paloma morada	Nativa	*	LC	*	8	$ 200.00	$ 1,600.00
Petrochelidon fulva	Golondrina pueblera	Nativa	*	LC	*	20	$ 250.00	$ 5,000.00
Pheugopedius maculipectus	Saltapared Moteado	Nativa	*	LC	*	10	$ 300.00	$ 3,000.00
Polioptila bilineata	Perlita cejiancha	Nativa	Pr	LC	*	4	$ 4,000.00	$ 16,000.00
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	Nativa	*	LC	*	3	$ 250.00	$ 750.00
Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	Nativa	*	LC	*	3	$ 5,000.00	$ 15,000.00
Saltator atriceps	Saltador Cabeza Negra	Nativa	*	LC	*	10	$ 600.00	$ 6,000.00

Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano	Nativa	*	LC	*	4	$ 500.00	$ 2,000.00
Setophaga americana	Chipe Pecho Manchado	Nativa	*	LC	*	3	$ 300.00	$ 900.00
Setophaga citrina	Chipe encapuchado	Nativa	*	LC	*	4	$ 300.00	$ 1,200.00
Setophaga magnolia	Chipe de Magnolias	Nativa	*	LC	*	6	$ 300.00	$ 1,800.00
Setophaga petechia	Chipe amarillo	Nativa	*	LC	*	2	$ 300.00	$ 600.00
Setophaga ruticilla	Pavito Migratorio	Nativa	*	LC	*	5	$ 300.00	$ 1,500.00
Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi	Golondrina Yucateca	Nativa	*	LC	*	45	$ 300.00	$ 13,500.00
Trogon caligatus	Coa Violácea Norteña	Nativa	*	LC	*	3	$ 700.00	$ 2,100.00
Tyrannus couchii	Tirano Cuir	Nativa	*	LC	*	3	$ 300.00	$ 900.00
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	Nativa	*	LC	*	70	$ 200.00	$ 14,000.00
						650		**$ 1,382,150.00**

Tabla VI. 10 Ejemplares de mamíferos identificados según número de individuos, precio unitario y costo total

Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Artibeus jamaicensis	Murciélago frutívoro de Jamaica	Nativa	*	LC	*	16	$ 500.00	$ 8,000.00
Canis latrans	Coyote	Nativa	*	LC	*	2	$ 8,500.00	$ 17,000.00

Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Carollia perspicillata	Murciélago cola corta de Sebas	Nativa	*	LC	*	5	$ 500.00	$ 2,500.00
Coendou mexicanus	Puercoespín tropical	Nativa	A	LC	III	2	$ 10,000.00	$ 20,000.00
Dicotyles tajacu	Pecarí de collar	Nativa	*	LC	*	2	$ 4,000.00	$ 8,000.00
Didelphis marsupialis	Tlacuache sureño	Nativa	*	LC	*	2	$ 2,500.00	$ 5,000.00
Glossophaga soricina	Murciélago lengüetón	*	*	*	*	3	$ 500.00	$ 1,500.00
Heterogeomys hispidus	Tuza crespa	Nativa	*	LC	*	3	$ 600.00	$ 1,800.00
Molossus rufus	Murciélago mastín negro	Nativa	*	*	*	2	$ 500.00	$ 1,000.00
Odocoileus virginianus	Venado de cola blanca	Nativa	*	LC	*	5	$ 8,000.00	$ 40,000.00
Procyon lotor	Mapache	Nativa	*	LC	*	2	$ 3,500.00	$ 7,000.00
Pteronotus parnellii	Murciélago-bigotudo de Parnell	Nativa	*	*	*	2	$ 500.00	$ 1,000.00
Rattus rattus	Rata negra	Exótica invasora	*	*	*	2	$ 1.00	$ 2.00
Sigmodon toltecus	Rata algodonera	Nativa	*	LC	*	2	$ 250.00	$ 500.00
Sturnira lilium	Frutero Común	*	*	*	*	2	$ 500.00	$ 1,000.00
Sylvilagus yucatanicus	Conejo Yucateco	Endémica	*	*	*	8	$ 1,500.00	$ 12,000.00
						60		**$ 126,302.00**

Tabla VI. 11 Ejemplares de herpetofauna identificados según número de individuos, precio unitario y costo total

Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	UICN	CITES	Abundancia	Costo unitario ($)	Costo total ($)
Anolis rodriguezii	Anolis liso del sureste	Nativa	*	LC	*	3	$ 400.00	$ 1,200.00
Anolis ustus	Abaniquillo de Yucatán	Nativa	*	*	*	2	$ 400.00	$ 800.00
Basiliscus vittatus	Toloque rayado	Nativa	*	LC	*	3	$ 350.00	$ 1,050.00
Coleonyx elegans	Geco yucateco de bandas	Nativa	A	LC	*	2	$ 3,500.00	$ 7,000.00
Ctenosaura similis	Iguana negra de cola espinosa	Nativa	A	LC	II	5	$ 5,000.00	$ 25,000.00
Holcosus undulatus	Lagartija arcoiris	Endémica	*	LC	*	2	$1,000.00	$ 2,000.00
Leptodeira frenata	Culebra ojo de gato de selva	Nativa	*	LC	*	2	$ 1,200.00	$ 2,400.00
Incilius valliceps	Sapo costero	Nativa	*	LC	*	2	$ 300.00	$600.00
Trachycephalus vermiculatus	Rana Arborícola Vermiculada	Nativa	*	LC	*	2	$ 300.00	$600.00
						23		**$ 40,650.00**

Tabla VI. 12 Resumen de la estimación económica total para fauna silvestre

Grupo de vertebrados	Costo total ($)
AVES	$ 1,382,150.00
MAMIFEROS	$ 126,302.00
HERPETOFAUNA	$ 40,650.00
TOTAL	**$ 1,549,102.00**

El cálculo total de las especies de fauna registradas dentro del área sujeta a **CUSTF**, asciende a $1,549,102.00 cantidad que representa sólo un estimado de lo que se podría afectar. Es importante recordar el número de individuos de las especies registradas se obtuvieron por un corto periodo de tiempo, por lo que no refleja en su totalidad el número exacto de organismos existentes dentro del área a afectar. Por ello es importante llevar a cabo todas las medidas de mitigación y prevención propuestas para la fauna, para que no sean afectadas tanto el número de especies como su el valor económico asignado a cada una de ellas.

Justificación técnica

VI.1.5 Mantener la biodiversidad de los ecosistemas

Flora silvestre

La construcción y ejecución del Proyecto impactará únicamente a un tipo de vegetación siendo esta Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subperennifolia ocupando una superficie de 13.021 ha.

A través de los datos obtenidos en campo y del análisis realizado en el tipo de vegetación estudiado el cual corresponde a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia, para los cinco estratos (arbóreo, arbustivo, epífitas, herbáceo y palmas), se determinó la riqueza biológica, abundancia, valor de importancia e índice de Shannon.

Asimismo, la composición florística de especies que conforma a la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia el cual se registró como el único tipo de vegetación a afectar en el área de proyecto (AP), presentó una riqueza de especies menor comparada con el área de SAR, y mayor al AI, tal y como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla VI. 13 Comparativo de riqueza de especies vegetales en el SAR, AI y AP

No	Nombre científico	Nombre común	AP	AI	SAR
Arbóreo					
No	**Nombre científico**	**Nombre común**	**AP**	**AI**	**SAR**
1	*Agonandra macrocarpa*	Naap che'	3	0	0
2	*Albizia tomentosa*	Sak píich	3	0	5
3	*Allophylus cominia*	Ikbach	26	3	6
4	*Alvaradoa amorphoides*	Bel siinik che'	2	2	2
5	*Ardisia escallonioides*	Sak loob che'	7	3	5
6	*Ateleia gummifera*	N/D	0	5	4
7	*Bauhinia ungulata*	Chak ts´ulub took´	9	4	2
8	*Bonellia macrocarpa*	Ya'ax k'iix le' che'	3	3	3
9	*Bourreria pulchra*	Balche ke	8	12	15

No	Nombre científico	Nombre común	AP	AI	SAR
10	*Bursera simaruba*	Chakaj	34	14	33
11	*Byrsonima crassifolia*	Sak paj	0	2	5
12	*Cascabela gaumeri*	Campanilla	7	0	6
13	*Casearia corymbosa*	Ix iim che'	2	0	0
14	*Casearia laetioides*	Ta'may	12	3	6
15	*Cecropia peltata*	Guarumbo	4	0	3
16	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	7	4	15
17	*Chloroleucon mangense*	Ya' ax eek'	0	4	4
18	*Chrysophyllum mexicanum*	Chi'kéej	5	2	2
19	*Coccoloba acapulcensis*	Toj yuub	0	5	4
20	*Coccoloba barbadensis*	Roble de la costa	0	5	0
21	*Coccoloba diversifolia*	Ch'iich' Boob	29	28	70
22	*Coccoloba spicata*	Boob	5	0	0
23	*Cochlospermum (Cochlospermun) vitifolium*	Chuun	4	3	6
24	*Cordia dodecandra*	k'oopte'	6	0	4
25	*Cordia gerascanthus*	Bojom	3	3	4
26	*Cornutia pyramidata*	Xóolte' xnuuk	5	0	0
27	*Coulteria mollis*	Chak te'	11	5	4
28	*Croton arboreus*	Pak che'	23	10	14
29	*Croton reflexifolius*	P'e'es' kúuch	21	9	40
30	*Diospyros anisandra*	K'aakalche'	43	73	24
31	*Diospyros salicifolia*	U chul che	3	19	15
32	*Diospyros yatesiana*	Boox siliil	7	10	4
33	*Diphysa carthagenensis*	Tsusuk	7	2	0
34	*Erythroxylum confusum*	Tooso	7	2	0
35	*Erythroxylum rotundifolium*	Iik che'	8	4	8
36	*Eugenia axillaris*	Escobillo	3	7	3

No	Nombre científico	Nombre común	AP	AI	SAR
37	*Exostema caribaeum*	Sabac-ché	0	0	6
38	*Gliricidia maculata*	Sak ya' aab	1	2	3
39	*Godmania aesculifolia*	Jo´ak´ab	3	0	0
40	*Guazuma ulmifolia*	Kabal pixoy	0	2	0
41	*Guettarda combsii*	Taastaab	0	0	10
42	*Guettarda elliptica*	Subin t'eel	0	0	17
43	*Guettarda gaumeri*	Boox kibche'	14	13	9
44	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	34	45	34
45	*Haematoxylum campechianum*	Tinto	0	57	13
46	*Hamelia patens*	Ya'ax k'anan	3	0	0
47	*Hampea trilobata*	Majagua	9	2	11
48	*Handroanthus chrysanthus*	K'an lool k'aax	0	1	4
49	*Havardia albicans*	Chukum	1	12	0
50	*Hyperbaena winzerlingii*	K'ooch' kitam	8	0	14
51	*Jatropha gaumeri*	Pomol che'	13	5	5
52	*Krugiodendron ferreum*	Ch'iin took'	0	5	0
53	*Leucaena leucocephala*	Waxím	2	0	7
54	*Lonchocarpus rugosus*	K'anasín	40	20	7
55	*Lonchocarpus xuul*	K'an xu'ul	46	56	83
56	*Luehea speciosa*	K'askáat	17	4	4
57	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	7	28	29
58	*Machaonia lindeniana*	K´uch´eel	0	12	5
59	*Maclura tinctoria*	Chak oox	3	0	0
60	*Malpighia glabra*	Wayate'	2	3	5
61	*Melicoccus oliviformis*	Huayum	0	2	2
62	*Metopium brownei*	Cheechem	13	3	3
63	*Mimosa bahamensis*	Saak kaatsim	3	3	3

No	Nombre científico	Nombre común	AP	AI	SAR
64	*Myrcia neopallens*	N/D	0	14	9
65	*Myrcianthes fragrans*	Koj kaan´	0	12	3
66	*Neea psychotrioides*	Ta'tsi'	44	22	31
67	*Neomillspaughia emarginata*	Sak iitsa'	0	0	9
68	*Parathesis cubana*	Chak yah	0	3	2
69	*Piscidia piscipula*	Jabín	29	58	57
70	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	0	3	8
71	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo	0	0	2
72	*Psidium oligospermum*	Pichiche'	11	15	23
73	*Randia longiloba*	K'aaxil	2	0	0
74	*Randia truncata*	Crucetillo	2	22	15
75	*Sapranthus campechianus*	Sak éelemuy	1	0	0
76	*Semialarium mexicanum*	Chun tok'	2	5	6
77	*Senegalia gaumeri*	Box kaatsim	8	6	8
78	*Senna racemosa*	K'an lool	12	2	0
79	*Sideroxylon obtusifolium*	Puuts' mukuy	14	5	11
80	*Solenandra mexicana*	Sabak ché	5	0	0
81	*Spondias mombin*	Jobo	0	0	3
82	*Spondias radlkoferi*	Jobo	0	3	
83	*Swartzia cubensis*	K'aatal oox	5	3	5
84	*Talisia floresii*	K'oolok	7	0	5
85	*Tara vesicaria*	Mareña	0	0	2
86	*Thouinia paucidentata*	K'an Chuunup	2	3	6
87	*Trema micranthum*	Sak pixoy	2	0	0
88	*Vitex gaumeri*	Ya'axnik	14	3	23
89	*Ximenia americana*	Naap che'	3	0	0
90	*Zanthoxylum caribaeum*	Si nan'che'	0	0	3

No	Nombre científico	Nombre común	AP	AI	SAR
Subtotal			699	710	821
Arbustivo					
No	Nombre científico	Nombre común	AP	AI	SAR
1	*Abutilon permolle*	N/D	0	3	5
2	*Acalypha villosa*	Ya'ax ch'ilib tuux	0	0	10
3	*Aphelandra scabra*	N/D	18	50	94
4	*Astrocasia tremula*	Kaj yuuk	3	2	0
5	*Attilaea Abalak*	Abalak	2	2	0
6	*Ayenia fasciculata*	Ch'ilib tuux	83	14	16
7	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	7	3	0
8	*Bunchosia swartziana*	Sip che'	30	20	32
9	*Calea ternifolia*	Xikin	7	0	0
10	*Callicarpa acuminata*	Pukin	3	2	0
11	*Casearia emarginata*	Am che'	0	0	13
12	*Casearia nitida*	Ix iim che´	3	0	2
13	*Casearia thamnia*	Xt´uun ché	0	2	3
14	*Casearia yucatanensis*	Puuts' mukuy	7	24	14
15	*Chiococca alba*	Sabak che'	2	0	3
16	*Chiococca motleyana*	Xt´uun ché	2	2	0
17	*Colubrina heteroneura*	Limoncillo	0	2	0
18	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chin chin chaay	8	0	0
19	*Croton flavens*	EK Balam	9	2	0
20	*Dalbergia glabra*	Taman ch' iich'	0	4	0
21	*Eugenia capuli*	Jooyok'	0	7	3
22	*Eumachia microdon*	Baake aak´	4	5	4
23	*Galactia striata*	K'axaab yuu	6	0	0
24	*Helicteres baruensis*	Sutup	2	3	0
25	*Heteropterys lindeniana*	Ya'ax anal	0	98	0
26	*Hibiscus clypeatus*	U kúuch xiiw	2	0	0
27	*Hybanthus yucatanensis*	N/D	0	0	18

No	Nombre científico	Nombre común	AP	AI	SAR
28	*Indigofera suffruticosa*	Uts'um péek'	0	2	0
29	*Karwinskia humboldtiana*	Sakmisbil	0	2	0
30	*Lasiacis divaricata*	Xinché	25	9	8
31	*Machaerium biovulatum*	N/D	2	0	4
32	*Malvaviscus arboreus*	Limoncillo	13	60	50
33	*Morinda royoc*	Jooyok'	2	2	5
34	*Otopappus scaber*	Bejuco raspador	9	2	0
35	*Parmentiera millspaughiana*	N/D	0	3	0
36	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	4	7	4
37	*Psychotria nervosa*	Ya'ax anal	2	23	39
38	*Ruellia paniculata*	N/D	52	0	5
39	*Senegalia riparia*	Yax catzin	0	6	2
40	*Solanum (Leptostemomum) hirtum*	Puut baalam	3	0	8
41	*Tabernaemontana amygdalifolia*	Uts'um péek'	3	5	4
42	*Vachellia cornigera*	Subin	10	0	3
43	*Vachellia pennatula*	Chimay	0	0	4
44	*Xylostoma flexuosa*	N/D	0	0	6
Subtotal			323	366	359
Palmas					
No	Nombre científico	Nombre común	AP	AI	SAR
1	*Sabal mexicana*	Bon xa'an	35	16	64
Subtotal			35	16	64
Herbáceo					
No	Nombre científico	Nombre común	AP	AI	SAR
1	*Bignonia diversifolia*	Éek' k'iix il	21	2	6
2	*Bignonia potosina*	Éek' k'iix il	15	22	15
3	*Bromelia pinguin*	Ch´om	11	4	5
4	*Canavalia brasiliensis*	Habas	4	0	0
5	*Cardiospermum corindum*	Boox aak'	0	0	4
6	*Cissampelos pareira*	Péepen tuunich	0	2	0

No	Nombre científico	Nombre común	AP	AI	SAR
7	*Ctenodon fascicularis*	Kabal-pich	2	0	4
8	*Cynanchum rensonii*	Ents'ul aak'	0	0	3
9	*Desmodium tortuosum*	K'iin taj xiiw	0	0	2
10	*Dioscorea densiflora*	N/D	2	0	2
11	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	0	6	2
12	*Echites yucatanensis*	Kalis aak'	0	0	4
13	*Elytraria imbricata*	Kabal xaan	2	0	0
14	*Fridericia floribunda*	Anilkab	3	7	6
15	*Gouania lupuloides*	Chéen máak	1	5	0
16	*Heteropterys brachiata*	Wayúum aak'	0	3	0
17	*Ocimum campechianum*	X kakaltuum	0	0	2
18	*Petiveria alliacea*	Páay che'	2	0	0
19	*Petrea volubilis*	Oop'tsiimim	0	0	4
20	*Schnella herrerae*	Chak-ts'ulubtok	3	2	0
21	*Scleria lithosperma*	Pata de zopilote	13	24	0
22	*Serjania adiantoides*	Chéen aak´	1	0	4
23	*Tragia yucatanensis*	P´op ox	3	0	0
Subtotal			83	77	63
Epífitas					
No	Nombre científico	Nombre común	AP	AI	SAR
1	*Aechmea bracteata*	Gallito	0	0	2
2	*Catasetum integerrimum*	Ch'it ku'uk	0	0	3
3	*Encyclia guatemalensis*	Tseek'eel éek'lu'um	0	0	6
4	*Selenicereus grandiflorus*	Pool tsutsuy	0	0	7
5	*Tillandsia balbisiana*	Xch'u'	0	0	4
6	*Tillandsia brachycaulos*	Me'ex nuk xiib	0	0	22
7	*Tillandsia fasciculata*	Xch'u'	0	0	4
8	*Trichocentrum ascendens*	Puuts' che'	0	0	2
9	*Trichocentrum oerstedii*	Oreja de burro	0	0	3
Subtotal			0	0	53
Total			**1140**	**1169**	**1360**

Estrato arbóreo

Para este estrato, se registraron 70 especies para el área de SAR, 65 especies para el área de influencia y 66 especies para el área del proyecto, de las cuales, Melicoccus oliviformis con categoría de Exótica; Platymiscium yucatanum, Randia longiloba y Randia truncata con distribución endémica-nativa, el resto son nativas. Respecto al estatus de conservación, ninguna de las especies registradas para las tres áreas se encuentra bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, Agonandra macrocarpa, Platymiscium yucatanum y Talisia floresii, se encuentran en la categoría de Casi Amenazada(NT); Guettarda elliptica en categoría de Peligro Crítico (CR), Handroanthus chrysanthus en categoría de vulnerable (VU) y el resto en preocupación en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en ingles).

Estrato Arbustivo

Para el estrato arbustivo se registraron 29 especies en el área del proyecto, 29 especies en el área de influencia y 26 especies para el SAR. Para el área de proyecto se registró a Chiococca motleyana, Casearia yucatanensis y Ayenia fasciculata como especies endémicas, y Eumachia microdon como Endémica-Nativa, para el área de influencia se registran las mismas especies endémicas y endémica-nativa; para el área del SAR sólo no se registró la presencia de Eumachia microdon; y ninguna de las especies registradas se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No se registraron especies que tuvieran distribución Exótica-Invasora.

Estrato de las Epifitas

Para el estrato de epífitas se registraron 9 especies en el área del SAR, no se registraron especies en el área del proyecto (AP) y área de influencia (AI), ninguna se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estrato Herbáceo

Para este estrato, se registraron 14 especies para el área del proyecto, 10 especies para el área de de influencia y 14 especies para el Sistema Ambiental Regional, de las cuales todas las especies registradas en las tres áreas se describen como nativas, así mismo, no se reportó ninguna especie tipificada bajo alguna de las categorías de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. De igual forma, ninguna de las especies reportadas se encuentra baja alguna categoría de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), más conocida como por sus siglas en ingles.

Estrato de las Palmas

Para el estrato de palmas se registró 1 especie en las tres áreas, no se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se presenta un escenario de monodominancia absoluta. Cuando una sola especie ostenta la totalidad de los valores de importancia, el análisis debe girar hacia la función ecológica de dicha especie y su relevancia etnobotánica o de conservación.

Conclusión

El ecosistema presente en el AP no es un área degradada, sino una unidad forestal funcional de alta complejidad. Mientras que el estrato Arbóreo presenta una madurez climática (H'=3.72), el estrato Arbustivo y Herbáceo confirma una sucesión secundaria avanzada. La alta equitatividad (J > 0.80) en casi todos los estratos del AP indica que el sitio ha mantenido procesos ecológicos estables, sin perturbaciones recientes que favorezcan la dominancia de especies invasoras.

Existe una homogeneidad regional en la estructura, pero una especialización local en la composición. La mayoría de las especies con mayor Valor de Importancia (IVI) en el AP, como Bursera simaruba (Arbóreo), Sabal mexicana (Palmas) y Bromelia pinguin (Herbáceo), se encuentran ampliamente distribuidas en el SAR. Esto sugiere que la pérdida de cobertura en el predio no compromete la existencia de estos taxones a escala regional.

El Área de Influencia (AI) muestra signos de mayor humedad o inundación temporal (dominancia de Haematoxylum campechianum y Heteropterys lindeniana). Por el contrario, el AP se caracteriza por una selva mediana mejor drenada y estructuralmente más diversa. La ausencia de epífitas en el AP y AI, frente a su presencia en el SAR, indica que el sitio del proyecto es un eslabón joven o en transición dentro del corredor regional, cuya función actual es más de protección de suelo y provisión de biomasa que de reservorio de especialistas aéreas.

Con los resultados obtenidos podemos concluir que el desarrollo del proyecto no pone en riesgo la permanencia del recurso ya que hay una diversidad similar en las áreas e incluso mayor en el SAR en algunos estratos, y aunado a las medidas de mitigación: Rescate de flora así como la reforestación, se demuestra que no se compromete la permanencia de diversidad florística presente en el área solicitada para el área del proyecto, cumpliendo con este precepto de excepcionalidad "La biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga".

Medidas de mitigación

A continuación, se resumen las medidas de mitigación y prevención propuestas para los efectos de los impactos que pudieran generarse por el desarrollo del **Proyecto** sobre el recurso flora silvestre.

1. Se propone como medida de mitigación y/o compensación un *Programa de rescate y reubicación de flora silvestre*, mismo que en caso de registrarse especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 serán incluidas (no se registraron en el AP), así mismo están incluidas especies relevantes y de importancia ecológica. Dicha superficie deberá contar con la misma asociación vegetativa. Las acciones propiciarán el aumento de la cobertura forestal de esta superficie y contribuirán a que la diversidad de las especies vegetales del área colindante al área del proyecto se mantenga.

2. Se propone como medida de mitigación y/o compensación la reforestación de 22.47 hectáreas con especies características del mismo tipo de vegetación a intervenir por el desarrollo del Proyecto, así como la reubicación de especies de flora silvestre en una superficie de 7.57 hectáreas,.

Como complemento a esta medida de mitigación y/o compensación, a continuación, se presentan algunas otras medidas preventivas a implementar sobre el recurso flora.

1. Quedará prohibida la quema de material vegetal residual, así como el uso de herbicidas o productos químicos como métodos de eliminación de cobertura vegetal en la superficie que se solicita para **CUSTF**.

2. Se evitará el derribo forestal en áreas que no cuenten con la autorización correspondiente para actividades de CUSTF.

3. Respecto al derribo de los árboles, se realizará posterior a la delimitación de las áreas a desmontar y utilizando técnicas de derribo direccional, para evitar posibles riesgos de afectación de vegetación adyacente.

Conclusiones

1. El tipo de vegetación forestal identificado dentro de la superficie que se solicita para **CUSTF** están bien representada en el **SAR** definido para el **Proyecto**.

2. La riqueza de especies en el **SAR** es mayor que la riqueza registrada en el área del proyecto (**AP**), por lo que se puede inferir que la riqueza de especies de flora del AI y el **SAR** se mantendrá.

3. Con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones propuestas se asegura que la riqueza y diversidad de especies de flora al interior del **SAR**, se mantenga.

Fauna silvestre

Riqueza

En lo que respecta a la riqueza de fauna silvestre, derivado de los recorridos realizados por los transectos en el **SAR** se obtuvo una riqueza de 123 especies de las cuales 89 corresponden al grupo de las aves, 12 al grupo de los mamíferos, 12 al grupo de herpetofauna, y 10 al grupo de los quirópteros.

En el área del proyecto (**AP**) se obtuvo una riqueza de 65 especies de las cuales 40 corresponden al grupo de las aves, 10 al grupo de los mamíferos, 9 al grupo de herpetofauna, y 6 al grupo de los quirópteros.

Con los resultados anteriores, se extrae que las especies que se observaron en el **AP** se encuentran distribuidas en el **SAR**, por lo que la riqueza de especies de fauna silvestre se mantendrá con el desarrollo del **Proyecto**.

Medidas de mitigación

Además de demostrar que la riqueza de especies se mantendrá, se propone una medida de mitigación y/o compensación para minimizar los efectos de los impactos que pudieran generarse por el desarrollo del **Proyecto** sobre el recurso fauna silvestre:

1. Se propone la ejecución de un ***Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre*** mediante el cual los individuos rescatados serán liberados en sitios dentro del **SAR** con condiciones ambientales adecuadas para la especie en cuestión, con lo cual se garantiza que la diversidad de las especies de fauna silvestre del **SAR** se mantendrá.

Dichas actividades de rescate se ejecutarán considerando todas las especies de fauna silvestre de posible distribución en la superficie requerida para el desarrollo del **Proyecto**, dando especial atención a las especies de reptiles y anfibios, ya que son los grupos más susceptibles de afectación dadas sus características de lento desplazamiento.

La ejecución de las actividades de rescate de fauna silvestre consistirá básicamente en el ahuyentamiento, y la captura y translocación de organismos conforme a las siguientes consideraciones:

1) Ahuyentamiento

Se establecerán acciones de ahuyentamiento de fauna durante las actividades de desmonte y despalme, propiciando el desplazamiento de los animales silvestres ubicados en la zona susceptible de afectación hacia sitios de mayor calidad ambiental. En caso de que después de las acciones de ahuyentamiento se registre todavía la presencia de fauna silvestre en las superficies del **AP**, ésta será capturada para su posterior liberación.

Durante las diferentes etapas del **Proyecto** se ahuyentará a los animales por medio de ruido o por persecución. De manera particular, las especies de aves y mamíferos de talla mediana y grande serán ahuyentadas con el propio ruido que generará la maquinaria de construcción, o bien realizando movimientos en la vegetación.

2) Técnicas de captura y/o translocación de las especies de fauna silvestre

Las técnicas y métodos que serán empleados para la captura y reubicación de especies durante la implementación del presente programa fueron elegidas por considerarse seguras para los animales y sus manejadores.

Para los reptiles se realizará la captura directamente con la mano, salvo en el caso de especies tóxicas o venenosas, para las que se utilizarán pinzas o ganchos herpetológicos. Para los mamíferos pequeños, tales como marsupiales pequeños, ratones y ratas, la captura se realizará por medio de trampas Sherman, mientras que para mamíferos de talla mediana y grande se emplean trampas Tomahawk.

A continuación, se describe cada una de las técnicas a emplear por cada grupo de vertebrados a rescatar.

a) Reptiles

- Previo al derribo de los árboles, se realizarán recorridos de inspección para detectar individuos, zonas de refugio y/o nidos. De registrarse, se procederá a su rescate, ya sea directamente con la mano, empleando guantes de carnaza, o con apoyo de pinzas herpetológicas.

- Durante las excavaciones y apertura de cepas o canales para la construcción de obras mayores y medianas, cualquier organismo que llegue a caer accidentalmente, será rescatado directamente con la mano o pinza herpetológica.

- Cada organismo rescatado se identificará con ayuda de guías de campo y bibliografía existente. Posteriormente, será fotografiado y se colocará en una bolsa de manta para ser trasladado al sitio de reubicación donde no se ponga en riesgo su supervivencia al momento de ser liberado.

- Como caso particular, la captura y/o translocación de reptiles potencialmente peligrosos (si se llegase a identificar alguno) se realizará mediante el uso de material de seguridad como pinzas y ganchos herpetológicos.

b) Mamíferos

Para la captura de mamíferos se emplearán trampas Sherman y Tomahawk para evitar lastimar, maltratar o estresar a los individuos de las diferentes especies.

- De encontrarse individuos o madrigueras activas durante las actividades de desmonte y despalme del terreno o durante las excavaciones, se procederá al rescate de los organismos empleando guantes de cuero para evitar lastimarlos, así como sufrir mordeduras. Una vez capturados o ahuyentados los animales de sus madrigueras, éstas serán cerradas para evitar que los individuos que habitaban en ellas regresen o sean utilizadas por otros organismos.

- Para la captura de mamíferos que se encuentren merodeando en los alrededores de la superficie del **Proyecto**, se colocarán trampas (Sherman y Tomahawk).

- Se tomarán los registros y evidencias de los rescates realizados con ayuda de material y/o equipo como: hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.

- Las especies de mamíferos rescatados se identificarán con ayuda de guías taxonómicas y de campo (Hall 1981, Aranda 2000, Medellín *et al.,* 1997, Reid 1997, Ceballos y Oliva 2005).

c) Aves

Los procedimientos para el rescate de especies de aves son muy diferentes a los mencionados anteriormente para los otros grupos de vertebrados terrestres. El procedimiento para garantizar la sobrevivencia y protección de las diferentes especies de aves cuya distribución es potencial en el sitio y que se menciona a continuación:

- *Censos visuales y auditivos. Mediante los censos se identificará a las especies presentes en el sitio donde se llevará a cabo el proyecto. Con ello se obtendría información sobre su abundancia relativa y se determinaría el tipo de actividades a desarrollar en las áreas destinadas al rescate, es*

decir, si los individuos de las diferentes especies se encuentran sólo de paso por el sitio, o bien, si lo utilizan para alimentarse o anidar.

- *Búsqueda y monitoreo de nidos.* Para la ubicación de los nidos, se realizarán observaciones directas, buscando nidos en cualquier estrato de la vegetación e incluso en el suelo y formaciones rocosas. Además, se realizarán observaciones por medio de binoculares, poniendo especial atención al seguimiento de individuos adultos que transporten en sus picos material para la construcción del nido, o bien, alimento para los polluelos (Ralph *et al*. 1996); es decir, evidencias de anidación en el sitio. Una vez ubicado cada nido, se determinará su etapa de desarrollo (en proceso de construcción o en etapa de incubación), ya sea por observación directa del contenido del nido (en caso de que estén colocados a poca altura o de que el árbol sea factible de escalar), o bien, mediante observaciones conductuales de los padres. Para conocer el contenido de los nidos en los cuales no se pueda realizar una inspección visual, será necesario realizar observaciones continuas hasta registrar la llegada de los padres y, dependiendo de si éstos transportan alimento y del tiempo que permanezcan dentro del nido, se determinará si contienen huevos o polluelos (Welty *et al*., 1997); esta información es imprescindible para tomar la decisión de remover o no a los nidos.

- *Remoción responsable de nidos.* Habiendo ubicado los nidos y determinado su contenido, se procederá a retirar aquéllos construidos en años anteriores y también los construidos para la temporada reproductiva en curso pero que estén vacíos; también se removerán los nidos totalmente construidos pero que hayan sido localizados previo a la puesta de huevos. Es de suma importancia tomar en cuenta que la remoción de los nidos evitará el daño a los adultos (población reproductiva) si éstos se encontraran incubando al momento del desmonte.

- Los nidos no serán reubicados, ya que la manipulación de los nidos estresa y ahuyenta a los padres. Además, en la literatura hay muy poca evidencia de que éstos puedan llegar a ser exitosos tras su translocación, pues es muy difícil encontrar características de cobertura, orientación y exposición al sol (microclimáticas) similares a las que eligieron los padres. Asimismo, al retirar los nidos, se abre la posibilidad de que las parejas reproductivas lleven a cabo naturalmente otra anidación en algún sitio cercano a las obras del **Proyecto**.

- Es importante considerar que no serán removidos los nidos que contengan pollos o huevos (determinado directa o indirectamente); en estos casos, se marcará con cinta fluorescente a los árboles o vegetación sobre la cual se registren y se calculará la fecha probable en la cual podría ser removida la vegetación, a partir del estado de desarrollo de los polluelos en el nido, dando tiempo suficiente para que los pollos logren salir del nido de manera natural.

Como complemento a esta medida de mitigación, a continuación, se presentan algunas otras medidas preventivas a implementar sobre el recurso fauna silvestre.

1. Se informará al residente de la obra y a los trabajadores mediante pláticas y letreros colocados en la obra que se debe respetar en general a la fauna del **AP** y los alrededores.

2. Durante las actividades de desmonte, despalme, construcción y operación del **Proyecto**, quedará estrictamente prohibido introducir fauna doméstica, nociva y/o

exótica al **Proyecto**, ya que ésta, en general, depreda o ahuyenta a la fauna silvestre.

Conclusiones:

Con los resultados presentados, se demuestra que la riqueza de las especies de fauna presentes en la superficie solicitada de actividades del **AP** es menor que la obtenida en el **SAR**, por lo que, con la ejecución del **Proyecto**, se mantendrá la riqueza de las especies.

Tasa de erosión de los suelos antes y después de la remoción de la vegetación.

VI.1.6 Metodología de estimación de la erosión hídrica

La erosión es un fenómeno complejo que consta de dos procesos: el desprendimiento de partículas del suelo y su posterior transporte por agentes erosivos. El viento y las gotas de lluvia son los agentes erosivos más significativos en este proceso.

En México, la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (**EUPS**) propuesta por Wischmeier y Smith en 1965 y 1978, y adaptada por Figueroa *et al*. en 1991, es una herramienta valiosa para la planificación de la conservación del suelo, ya que permite predecir la erosión y evaluar el impacto de las prácticas de manejo del suelo.

Wischmeier (1976) señaló que la **EUPS** puede usarse para los siguientes fines:

- Predecir pérdida anual de suelo promedio de un terreno con pendiente baja y uso específico del suelo.
- Predecir los cambios en pérdida de suelo que ocurrirían al darse un cambio en prácticas de cultivo o conservación para un terreno dado.
- Estimar las pérdidas de suelo para terrenos diferentes a los agrícolas.
- Dar estimaciones de pérdida de suelo a los conservacionistas para determinar necesidades de conservación.

La EUPS es una herramienta útil para prevenir los efectos del cambio de uso del suelo en la vegetación forestal. Para evaluar su impacto en el suelo, se estima la pérdida de suelo por erosión por las gotas de lluvia utilizando la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{A = R * K * LS * C * P}$$

Donde:

A = Pérdida de suelo promedio anual [t/ha/año]

R = Factor erosividad de la lluvia [MJ/ha*mm/hr]

K = Factor erodabilidad del suelo en [t/ha. MJ*ha/mm*hr]

LS = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional

C = Factor de manejo de cultivos y cobertura vegetal, adimensional

P = Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo), adimensional

Cada uno de los componentes de la EUPS se describe a continuación:

VI.1.6.1 El factor de erosividad de lluvia, R (MJ mm/ha hr año)

La erosividad de lluvia (R) está definida como la habilidad o capacidad de la lluvia para producir erosión, es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para mover y transportar las partículas del suelo. La erosividad es medida por medio de los índices de erosividad.

En el caso de México, Cortés (1991) adecuó este factor realizando un mapa de erosividad, a través de las 53 estaciones meteorológicas presentes en el país con periodos que variaron de cuatro a once años y así estimó el EI_{30} para diferentes regiones de la República Mexicana y formó un mapa subdividido en 14 regiones asociadas a modelos de regresión (ecuaciones) para estimar la erosividad de la lluvia a partir de datos de precipitación media anual.

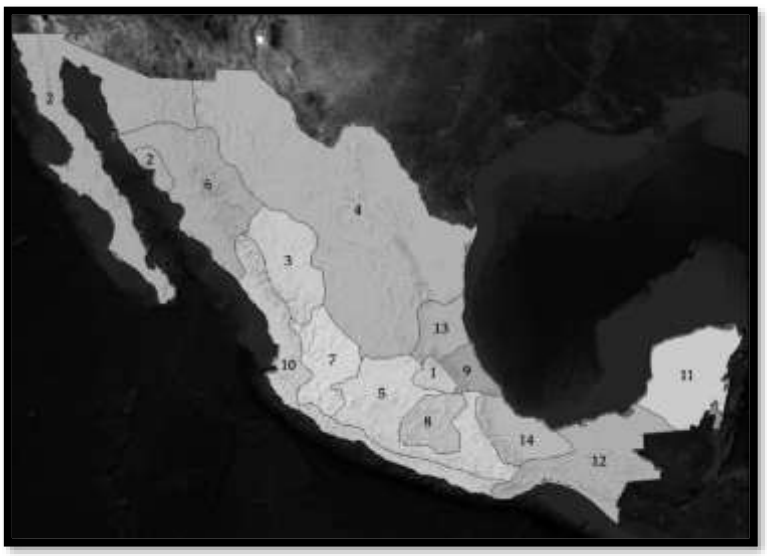


Figura 1 Mapa de las regiones de Erosividad de la lluvia "R" en la República Mexicana (Becerra, 1997).

Las ecuaciones propuestas para calcular la erosividad de la lluvia por región se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VI. 14 Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México

Región	Ecuación	R^2
I	$Y=1.2078X+0.002276X^2$	0.92

Región	Ecuación	R^2
II	$Y=3.4555X+0.006470X^2$	0.93
III	$Y=3.6752X-0.001720X^2$	0.94
IV	$Y=2.8959X+0.002983X^2$	0.92
V	$Y=3.4880X-0.000188X^2$	0.94
VI	$Y=6.6847X+0.001680X^2$	0.90
VII	$Y=-0.0334X+0.006661X^2$	0.98
VIII	$Y=1.9967X+0.003270X^2$	0.98
IX	$Y=7.0458X-0.002096X^2$	0.97
X	$Y=6.8938X+0.000442X^2$	0.95
XI	**$Y=3.7745X+0.004540X^2$**	**0.98**
XII	$Y=2.4619X+0.006067X^2$	0.96
XIII	$Y=10.7427X-0.001008X^2$	0.97
XIV	$Y=1.5005X+0.002640X^2$	0.95

Fuente: Cortés, 1991

VI.1.6.2 El factor de erosionabilidad de los suelos, K (t/ha. MJ*ha/mm*hr)

Para el presente estudio se aplicó la metodología de la FAO siguiendo la propuesta de Montes-León *et al* (2011), empleando la información edafológica más reciente del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI): Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000, Serie II (Continuo Nacional), que contiene información actualizada durante el periodo 2002-2006 (INEGI, 2007).

A continuación, se presenta la información con los tipos de suelos por textura para la obtención del factor K.

Clave	Nombre	Textura Gruesa	Textura Media	Textura Fina
AC	Acrisol	0.026	0.04	0.013
AL	Alisol	0.026	0.04	0.013
AN	Andosol	0.026	0.04	0.013
AR	Arenosol	0.013	0.02	0.007
CH	Chermozem	0.013	0.02	0.007
CL	Calcisol	0.053	0.079	0.026
CM	Cambisol	0.026	0.04	0.013
DU	Durisol	0.053	0.079	0.026
FL	Fluvisol	0.026	0.04	0.013

Clave	Nombre	Textura Gruesa	Textura Media	Textura Fina
FR	Ferralsol	0.013	0.02	0.007
GL	Gleysol	0.026	0.04	0.013
GY	Gypsisol	0.053	0.079	0.026
HS	Histosol	0.053	0.02	0.007
KS	Kastanozem	0.026	0.04	0.013
LP	Leptosol	0.013	0.02	0.007
LV	Luvisol	0.026	0.04	0.013
LX	Lixisol	0.013	0.02	0.007
NT	Nitisol	0.013	0.02	0.007
PH	Phaeozem	0.013	0.02	0.007
PL	Planosol	0.053	0.079	0.026
PT	Plinthosol	0.026	0.04	0.013
RG	Regosol	0.026	0.04	0.013
SC	Solonchak	0.026	0.04	0.013
SN	Solonetz	0.053	0.079	0.026
UM	Umbrisol	0.026	0.04	0.013
VR	Vertisol	0.053	0.079	0.026

Fuente: Montes-León *et al,* 2010

VI.1.6.3 Factor por longitud e inclinación de la pendiente, LS (adimensional).

El factor LS es el efecto de la topografía en la erosión. La erosión aumenta conforme la longitud del terreno en el sentido de la pendiente aumenta (factor L) y la inclinación de la superficie se hace mayor (factor S).

De acuerdo con Figueroa, *et al* (1991) la longitud de la pendiente se define como la distancia desde el punto de origen del flujo superficial a cualquiera de los siguientes puntos: (i) punto donde la pendiente decrece de tal manera que empieza a existir sedimentación o (ii) punto donde el agua de escorrentía entra a un canal bien definido que puede ser parte de una red de drenaje o un canal construido tal y como el de una terraza o zanja desviación.

El factor L se define como:

$$\boldsymbol{L = (\frac{\lambda}{22.13})^{m}}$$

Donde:

λ= Longitud de la pendiente *m*. Esta es la proyección horizontal y no la distancia paralela a la superficie del terreno como se muestra en la siguiente figura.

m = Exponente. Este valor está influenciado por interacciones de la longitud de la pendiente con la inclinación y también por las propiedades del suelo, el tipo de vegetación, y las prácticas de conservación.

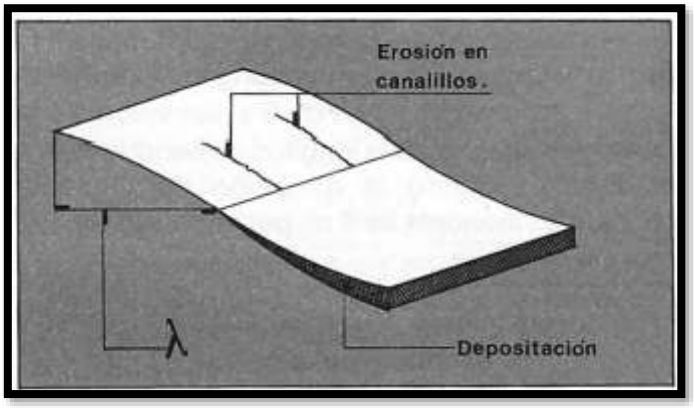


Figura 2 Longitud de la pendiente (λ) Figueroa *et al*, 1991.

El valor del exponente *m* varía dependiendo de la relación β entre la erosión entre canalillos (debida al impacto de las gotas de lluvia) y en canalillos (causado por el flujo superficial) de acuerdo con la relación reportada por Foster *et al* (1977), y que es:

$$\boldsymbol{m = \beta/(1+\beta)}$$

Los valores de la relación β para condiciones donde los suelos son moderadamente susceptibles a erosión entre canalillos y en canalillos, fueron calculados por McCool *et al* (1989), utilizando la relación.

$$\boldsymbol{\beta = (sen\frac{\theta}{0.0896})/[3.0\ (sen\ \theta)^{0.8} + 0.56]}$$

Donde

θ= ángulo de la pendiente. Dado un valor de β se calcula el valor del exponente m, utilizando la relación de Foster *et al* (1977).

Para nuestro caso se utilizó la siguiente fórmula en función de la pendiente en % (S) quedando de la siguiente manera.

$$\boldsymbol{LS = (\frac{\lambda}{22.13})^{m} * (0.0138 + 0.00965 * S + 0.00138 * S^{2})}$$

VI.1.6.4 Factor de manejo y cobertura, C (adimensional).

La cubierta vegetal es el elemento natural de protección del suelo frente a la fuerza erosiva de las precipitaciones, controlando no sólo la energía con la que llegan las gotas de lluvia a la superficie del suelo sino la velocidad de la escorrentía superficial, el factor C de la **EUPS** recoge esta influencia debida no sólo

al tipo de vegetación existente, sino al manejo o disposición de los residuos que produce el suelo. Wischmeier y Smith (1978).

Figueroa *et al* (1991) propone para México, procedimientos para el cálculo de valores locales de C; para pastizales, agostaderos, terrenos en descanso (vegetación permanente) y para bosques no disturbados, como a continuación se presenta.

- **Cálculo de valores de C pastizales, agostaderos y terrenos en descanso (vegetación permanente)**

Los valores que se presentan a continuación, muestran la obtención del Factor C mediante la combinación de los factores derivados del tipo, altura y densidad de la cubierta vegetal; tipo y densidad de la cobertura en la superficie del suelo; y los efectos residuales de la presencia por un tiempo largo de una cobertura en el terreno.

Tabla VI. 15 Factor C para pastizales, agostaderos y terrenos en descanso (vegetación permanente)

Cobertura aérea tipo y altura	Porcentaje de cobertura	Porcentaje en contacto con la superficie del suelo						
		porcentaje de cobertura						
		tipo*	0	20	40	60	80	95
Cobertura no apreciable		P	0.45	0.2	0.1	0.042	0.013	0.003
		M	0.45	0.24	0.15	0.091	0.043	0.011
Malezas altas o arbustos con altura promedio de caída de gotas de 50 cm	25	P	0.36	0.17	0.09	0.038	0.013	0.003
		M	0.36	0.2	0.13	0.083	0.041	0.011
	50	P	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003
		M	0.26	0.16	0.11	0.076	0.039	0.011
	75	P	0.17	0.1	0.06	0.032	0.011	0.003
		M	0.17	0.12	0.09	0.068	0.038	0.011
Arbustos numerosos con alturas promedio de caída de gotas de 2 m	25	P	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		M	0.4	0.22	0.14	0.087	0.042	0.011
	50	P	0.34	0.16	0.08	0.038	0.012	0.003
		M	0.34	0.19	0.13	0.082	0.041	0.011
	75	P	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003
		M	0.28	0.17	0.12	0.078	0.04	0.011
Árboles sin arbustos Promedio de caída de gotas de 4 m	25	P	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003
		M	0.42	0.23	0.14	0.089	0.042	0.011
	50	P	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		M	0.39	0.21	0.14	0.087	0.042	0.011
	75	P	0.36	0.17	0.09	0.039	0.012	0.003
		M	0.36	0.20	0.13	0.084	0.041	0.011

Fuente: Figueroa *et al* 1991 (* P= Pastos, M= Malezas)

La cobertura aérea de la vegetación se refiere a las hojas y ramas que no están en contacto directo con la superficie del suelo afectan muy poco la velocidad y cantidad de las aguas de escorrentía, sin embargo, reducen la energía efectiva de las gotas de lluvia debido a que las interceptan. Aunque las gotas que caen del follaje pueden adquirir nuevamente velocidad, ésta es generalmente menor que las de las gotas de lluvia con caída libre. Por otro lado, la cobertura del suelo intercepta las gotas de lluvia tan cerca de la superficie que éstas no pueden adquirir velocidad nuevamente. Asimismo, las coberteras obstruyen el flujo superficial, reduciendo consecuentemente su velocidad y capacidad de transporte. Figueroa *et al* (1991).

- **Cálculo de valores de C para bosques no disturbados**

En los bosques no disturbados la capacidad de infiltración y contenido de materia orgánica son altos y mucha de la superficie está cubierta por un mantillo de materia orgánica en descomposición de varios centímetros de espesor. Estas capas de mantillo protegen al suelo de las fuerzas erosivas del escurrimiento y de las gotas de lluvia y son muy efectivas contra la erosión de suelo.

Tabla VI. 16 Factor C para bosques no disturbados

% del área cubierta por el follaje de los árboles y arbustos	% del área cubierta por mantillo de más de 5 cm de espesor	Factor c
100-75	100-90	0.0001-0.001
70-45	85-75	0.002-0.004
40-20	70-40	0.003-0.009

Fuente: Figueroa *et al* 1991

Cuando la cobertera de mantillo es menor de 40 % o el follaje aéreo es menor del 20 % Figueroa (1991), recomienda usar la tabla del factor C para pastos y leguminosas.

VI.1.6.5 Factor por prácticas de conservación (P)

Como alternativa para reducir la erosión de los suelos, se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para que se puedan alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles. El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión.

VI.1.7 Resultados de la estimación de la erosión hídrica sin CUSTF y con CUSTF

Los datos que a continuación se desarrollan para el cálculo de la erosión hídrica en dos escenarios, es decir, con la vegetación, así como en el supuesto de haber removido la vegetación, es decir con el suelo

desnudo; se obtuvieron de fuentes oficiales como Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Comisión Nacional para la Biodiversidad (**CONABIO**), Comisión Nacional del Agua (**CONAGUA**) y el Servicio Meteorológico Nacional (**SMN**), así como de trabajos en campo.

VI.1.7.1 Factor R

Para el cálculo del factor R y asegurar la coherencia en el análisis de la erosión eólica e hídrica, se utilizó la información climática proporcionada por la **FAO**, descrita como una herramienta interactiva que cubre la superficie terrestre global a una resolución espacial de 10 metros. Esta incluye promedios anuales de precipitación, temperatura y otras variables climáticas esenciales como la velocidad del viento, humedad relativa y evapotranspiración de referencia. A pesar de contar con datos de la **CONAGUA** se optó por la alta resolución espacial y precisión de los datos de la **FAO**, lo cual permite una estimación más confiable de las condiciones climáticas que afectan la erosión en la región de interés.

Cabe aclarar que los datos meteorológicos obtenidos de la plataforma de la **FAO**, son muy similares a los que presenta la **CONAGUA** en su base de datos climatológica nacional.

Tabla VI. 17 Datos meteorológicos cercanos al área del proyecto (AP)

Coordenadas geográficas	Parámetros	Promedio												ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
19.583225°-90.317369°	Precipitación	44	66	21	6	45	196	115	115	423	108	41	22	**1,202.00**
	Temperatura	24.6	24.7	27.8	30.7	30.5	28.7	29.7	30.1	27.3	26.8	25.4	24.9	**27.60**

Fuente: FAO, 2025.

Ahora bien, para obtener el Factor R se retoma la tabla de ecuaciones obtenidas por Cortés (1991), y se hizo la intersección del área sujeta a **CUSTF** con las XIV regiones del Factor R, dónde se obtuvo que el área de estudio se encuentra inmersa en la región XII.

La ecuación para la región XI, es representada por la siguiente expresión:

$$\mathbf{RXI = 3.7745X + 0.004540X2}$$

Donde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

P = Precipitación media anual de la región

El valor de precipitación corresponde al valor promedio obtenido, siendo este de 1,202 mm anuales para la región XI, por lo tanto, se obtiene que:

$$\mathbf{RXI} = \mathbf{3.7745}\ (\mathbf{1,202}) + \mathbf{0.004540}\ (\mathbf{1,202})^{\mathbf{2}}$$

$$\mathbf{RXI} = \mathbf{11,724.83\ Mj/ha\ mm/hr}$$

VI.1.7.2 Factor K

En este caso el factor K se obtiene a partir de los valores de erosionabilidad de los suelos (K), propuestos por Montes-León *et al* (2010) a partir de los valores obtenidos por **FAO** en 1980.

Para el área sujeta a **CUSTF** los tipos de suelos reportados por **INEGI** son los siguientes:

Tabla VI. 18 Valores de erosionabilidad de los suelos (K).

Símbolo	Tipo de suelo	Textura	Valor
PH	Phaeozem	Media	0.02

Fuente: Elaboración propia a partir de Montes-León *et al*, 2010.

Es importante mencionar que para el cálculo de la erosión no se realiza el promedio de las clases texturales, ya que cada tipo de suelo y textura varía en valor de K y al realizar el promedio se subestima la erosión. Para el caso de estudio solo se encontró que hay cuatro valores diferentes de K, por lo que la estimación estuvo en función de cada valor.

VI.1.7.3 Factor LS

Se ejemplifica el cálculo de la pendiente en el rango de 0-2 %

- *Factor L*

El factor L se define como:

$$\boldsymbol{L} = (\frac{\mathbf{5}}{\mathbf{22.13}})^{\mathbf{0.15}}$$

$$\boldsymbol{L} = \mathbf{0.80}$$

Por otra parte, González (1991) afirma que el efecto de la pendiente en las pérdidas de suelo es muy variable en declives muy cortos o donde se prevé que no se van a formar regueros (se considera que los regueros aparecen en general a partir de 5 m de longitud de escorrentía), por otro lado para el caso de México Figueroa *et al,* (1991) estimó que para pendientes con menos de 9% de inclinación y longitudes mayores a 5 m se utilice la ecuación para pendientes menores de 9%, usando el valor de longitud de la pendiente igual a 5 m, lo cual aplica a nuestra área de estudio.

El valor de exponente *m* varía dependiendo de la relación β entre la erosión entre canalillos (debida al impacto de las gotas de lluvia) y en canalillos (causado por el flujo superficial) de acuerdo con la relación reportada por Foster *et al* (1977), y que es:

$$\boldsymbol{m = 0.64/(1 + 0.62)}$$

$$\boldsymbol{m = 0.38}$$

Los valores de la relación β para condiciones donde los suelos son moderadamente susceptibles a la erosión entre canalillos y en canalillos, fueron calculados por McCool *et al* (1989), utilizando la relación. Para obtener el Sen θ en Excel, se convierte los grados a radianes.

$$\boldsymbol{\beta = (sen\frac{0.045}{0.0896})/[3.0\ (sen\ 0.01\ )^{0.8} + 0.56}$$

$$\boldsymbol{\beta = 0.62}$$

Donde

θ= ángulo de la pendiente. Dado un valor de β se calcula el valor del exponente m, utilizando la relación de Foster et al (1977)

- *Factor S*

Para este cálculo ejemplificado, la pendiente es 0-3 % y en radianes corresponde a 0.015. La pendiente en porcentaje se obtuvo del Modelo de Elevación Digital (**MED**) de **INEGI**.

La pérdida de suelo aumenta más rápidamente con la inclinación de la pendiente que con la longitud y se evalúa utilizando la relación de McCool, *et al* (1977) y aplicando el criterio de Martínez-Menes (2005) donde se utiliza como entrada la pendiente en %.

$$\boldsymbol{S = (0.0138 + 0.00965 * S + 0.00138 * S^2)}$$

$$\boldsymbol{S = (0.0138 + 0.00965 * (4.5\ ) + 0.00138 * (4.5)^2)}$$

$$\boldsymbol{S = 0.09}$$

Finalmente se realiza el producto de ambos factores para obtener el factor LS, valor requerido para el cálculo de la erosión hídrica.

$$\boldsymbol{LS = (\frac{5}{22.13})^{0.15} * (0.0138 + 0.00965 * (4.5) + 0.00138 * (4.5)^{\ 2}}$$

$$\boldsymbol{LS = 0.57 * 0.09}$$

$$Factor\ LS = 0.048$$

A continuación, se presenta el cuadro resumen de los valores necesarios para el cálculo del factor LS, en donde se contempla todas las pendientes encontradas en el área sujeta a **CUSTF**.

Tabla VI. 19 Factor LS para las pendientes del área de CUSTF.

Rangos de pendiente (%)	Pendiente promedio %	Pendiente	Radianes	β	m	Factor L	Factor S	Factor LS
0	0	0.000	0.000	0.00	0.00	1.00	0.01	0.014
0-3	1.5	1.5	0.859	0.25	0.25	0.74	0.03	0.023
3 - 6	4.5	4.5	2.577	0.62	0.62	0.57	0.09	0.048

Fuente: Elaboración propia a partir de Figueroa *et al*, 1991 e INEGI, 2023.

VI.1.7.4 Factor C

El factor de manejo y cobertura (C) varía de 0 a 1 y su valor disminuye a medida que aumenta la cobertura vegetal.

De acuerdo con los resultados del muestreo de campo y las especies encontradas, las características de la vegetación son propias de una **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.**

Dado que el área de **CUSTF** presenta una vegetación secundaria, para la obtención del factor C se considera la *Tabla de Factor de Cobertura Vegetal C para pastizales, agostaderos y terrenos en descanso (vegetación permanente)*. Cabe aclarar que el factor C, contempla el porcentaje de cobertura aéreo y del suelo y no el tipo de vegetación por lo que no se debe confundir con este.

Para designar las coberturas también se consideró tener en cuenta lo obtenido por Miranda y Hernández (1963)[1] relacionado al porcentaje de árboles que renuevan sus hojas en una época del año, lo cual las deja desprovistas de cobertura aérea en un cierto período y por ende influye en la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica. Para las selvas subperennifolias algunos árboles que la forman; alrededor de 25 a 50% pierden sus hojas en lo más acentuado de la época seca. Para las selvas subcaducifolias este porcentaje aumenta alrededor del 50 a 75% de los árboles altos. Y finalmente para las selvas caducifolias casi todos los árboles altos pierden completamente las hojas en la época seca y no son espinosos por lo común.

Se consultó la plataforma i-Tree Canopy, clasificando la cobertura con sitios aleatorios el área sujeta a **CUSTF**. Un proceso automatizado mostró una cobertura aérea del 75.63 %.

[1] Los tipos de vegetación de México y su clasificación

Se consideró además los factores encontrados en campo y para la vegetación encontrada y sumando todos los puntos antes mencionados se obtuvo lo siguiente:

Para la vegetación de **selva mediana subperennifolia (SMQ)**:

- Cobertura aérea mayor al 75 %, cubierta por el follaje de los árboles y en menor medida por arbustos.
- Cobertura del suelo mayor al 80 % cubierto por mantillo de más de 5 cm de espesor, incluyendo raíces y material vegetal muerto.

A continuación, se presenta una memoria fotográfica del estado actual de la vegetación forestal que se afectaría por el **CUSTF**.

Figura 3 Estado actual del follaje aéreo y el mantillo del suelo en la vegetación





En el área de **CUSTF**, un dosel arbóreo denso domina la cobertura vegetal aérea, compuesto principalmente por especies perennifolias de la familia Fabaceae, con una altura promedio de 8 metros. La cobertura arbórea es del 75 %, con algunas zonas abiertas. A nivel del suelo, predominan herbáceas, materia orgánica y hojarasca, cubriendo el 80 % del suelo, aunque algunas áreas están desnudas o dominadas por pastos introducidos debido a las actividades ganaderas.

Para obtener el valor de C de acuerdo con las coberturas aéreas y de suelo se realizó una sencilla interpolación lineal entre las coberturas en el que se encuentre la vegetación encontrada en el área de **CUSTF**, mismo que se definió en los párrafos anteriores.

Tabla VI. 20 Valores del factor C para terrenos disturbados con vegetación permanente.

Cobertura aérea tipo y altura	Porcentaje de cobertura	Porcentaje en contacto con la superficie del suelo						
		porcentaje de cobertura						
		TIPO*	0	20	40	60	80	95
Cobertura no apreciable		P	0.450	0.200	0.100	0.042	0.013	0.003
		M	0.450	0.240	0.150	0.091	0.043	0.011
Malezas altas o arbustos con altura promedio de caída de gotas de 50 cm	25	P	0.360	0.170	0.090	0.038	0.013	0.003
	25	M	0.360	0.200	0.130	0.083	0.041	0.011
	50	P	0.260	0.130	0.070	0.035	0.012	0.003
	50	M	0.260	0.160	0.110	0.076	0.039	0.011
	75	P	0.170	0.100	0.060	0.032	0.011	0.003
	75	M	0.170	0.120	0.090	0.068	0.038	0.011
Arbustos numerosos con alturas promedio de caída de gotas de 2 m	25	P	0.400	0.180	0.090	0.040	0.013	0.003
	25	M	0.400	0.220	0.140	0.087	0.042	0.011
	50	P	0.340	0.160	0.080	0.038	0.012	0.003
	50	M	0.340	0.190	0.130	0.082	0.041	0.011
	75	P	0.280	0.140	0.080	0.036	0.012	0.003

Cobertura aérea tipo y altura	Porcentaje de cobertura	Porcentaje en contacto con la superficie del suelo						
		porcentaje de cobertura						
		TIPO*	0	20	40	60	80	95
	75	M	0.280	0.170	0.120	0.078	0.040	0.011
Árboles sin arbustos Promedio de caída de gotas de 4 m	25	P	0.420	0.190	0.100	0.041	0.013	0.003
	25	M	0.420	0.230	0.140	0.089	0.042	0.011
	50	P	0.390	0.180	0.090	0.040	0.013	0.003
	50	M	0.390	0.210	0.140	0.087	0.042	0.011
	75	P	0.360	0.170	0.090	0.039	0.012	0.003
	75	M	0.360	0.200	0.130	0.084	0.041	0.011

Fuente: Figueroa *et al*, 1991. Donde: P=Pastos, M=Malezas

Finalmente se presenta el valor del factor C para el tipo de vegetación encontrado en el área de **CUSTF**. Así mismo en el supuesto de que se elimine la vegetación, es decir una vez que el suelo esté desnudo o desprovisto de vegetación, de acuerdo con la clasificación de la serie VII del **INEGI**.

Tabla VI. 21 Valores del factor C sin CUSTF y con CUSTF.

Escenario	Vegetación	Cobertura aérea	Cobertura del suelo	Factor c
Sin **CUSTF**	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	75	80	0.041
Con **CUSTF**	Desprovisto de vegetación	0	0	1

Fuente: Elaboración propia a partir de Figueroa *et al*, 1991.

De acuerdo con González (1991), el valor de factor C en terrenos forestales en general son valores muy pequeños; estos nos indican la dificultad de los procesos de erosión en suelos con cubierta forestal.

VI.1.7.5 Factor P

Actualmente en el área sujeta a **CUSTF** no se realizan obras o prácticas de conservación del suelo y agua, por tanto, el valor del factor P es 1.

VI.1.8 Resultados de la estimación hídrica Sin CUSTF y con CUSTF

Las memorias de cálculo de la estimación de la erosión hídrica en los dos escenarios se presentan en el **Anexo VI. 1 Estimación de la erosión.**

La estimación de la erosión actual se obtiene al realizar el producto de la **EUPS** con los valores previamente obtenidos para cada factor.

Hay que aclarar que para la estimación de la erosión no se realizó el promedio de las clases texturales, y en cambio se hizo el cálculo por superficie con sus valores respectivos de **EUPS**. Así como se describe en la siguiente tabla, obtenidos a partir del Manual de predicción de pérdidas de suelo por Erosión elaborado por Figueroa *et al*, (1991).

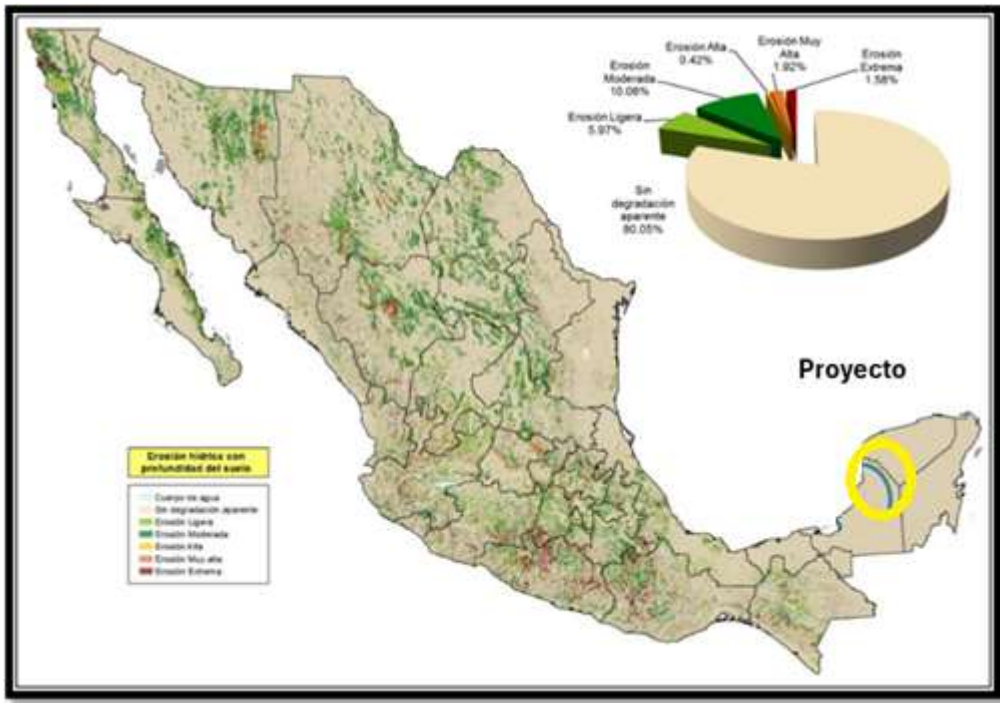
Tabla VI. 22 Valores de la EUPS utilizados para el escenario sin CUSTF

Tasa y volumen de erosión sin CUSTF					Tasa y volumen de erosión con CUSTF	
Polígono	ID pendiente	Superficie	Tasa (ton/ha/año)	Volumen (ton)	Tasa (ton/ha/año)	Volumen (ton)
Polígono Forestal 1	1	0.8000	0.13	0.11	3.24	2.59
Polígono Forestal 1	2	0.9000	0.22	0.20	5.45	4.91
Polígono Forestal 2	3	1.4010	0.46	0.65	11.31	15.85
Polígono Forestal 2	1	1.1000	0.13	0.15	3.24	3.56
Polígono Forestal 3	2	2.1000	0.22	0.47	5.45	11.45
Polígono Forestal 3	3	1.4000	0.46	0.65	11.31	15.83
Polígono Forestal 4	1	0.5000	0.13	0.07	3.24	1.62
Polígono Forestal 4	2	1.0000	0.22	0.22	5.45	5.45
Polígono Forestal 5	1	0.8000	0.13	0.11	3.24	2.59
Polígono Forestal 5	1	0.9200	0.13	0.12	3.24	2.98
Polígono Forestal 5	2	2.1000	0.22	0.47	5.45	11.45
Total CUSTF		**13.0210**	**0.25**	**3.21**	**6.01**	**78.29**

Donde: Los polígonos en realidad son subpoligonos del polígono general sujeto a CUSTF, solo que estos se dividieron por presentar características mínimas considerando aspectos de: pendiente, densidad de vegetación y erosividad de la lluvia

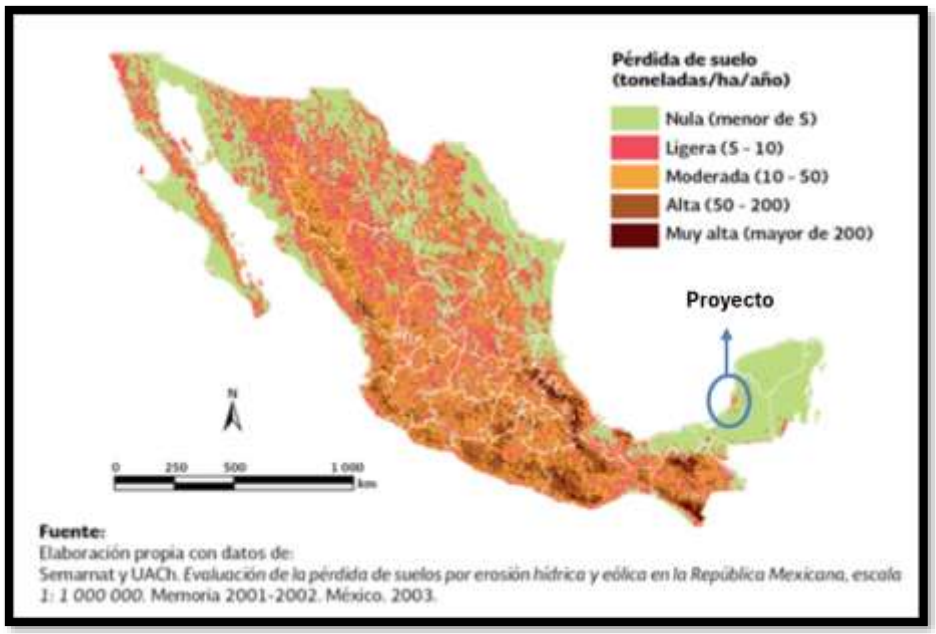
Las tasas de erosión en las condiciones actuales, es decir con la cobertura vegetal, así como por la pendiente y el suelo; se tiene que, en el área sujeta a CUSTF se presentan tasas de erosión entre **0.13 ton/ha/año a 0.46 ton/ha/año**, es decir, el área de estudio no está afectada por la erosión hídrica y de acuerdo a CONAFOR-UACh (2013), su grado de erosión es Nula**,** ya que se refiere a una pérdida de entre 0 a 5 toneladas, tal y como se presenta a continuación en la siguiente figura:

Figura 4 Erosión hídrica estimada por RUSLE (CONAFOR-UACh, 2013).



Por otro lado, el volumen de suelo erosionado por superficie, es decir en toneladas por año del área de **CUSTF** en las condiciones actuales son **3.21 toneladas/año**, lo que representa una **erosión hídrica Nula a Ligera.**

Figura 5 Erosión hídrica potencial según SEMARNAT-UACh, 2002.



Por la escala de trabajo hay una variación no significativa en las tasas de erosión ya que en nuestro caso la estimación fue a nivel local, mientras que lo realizado por SEMARNAT-UACh (2002) fue a escala 1:1,000 000, por lo que la precisión fue mayor, aunado al intenso muestreo realizado en campo para obtener las condiciones actuales del sitio.

Tabla VI. 23 Resumen de la tasa de erosión hídrica

Tasa y volumen de erosión		
Escenario	**Tasa (ton/ha/año)**	**Volumen (ton)**
Sin CUSTF	0.15	3.21
Con CUSTF	6.01	78.29
A mitigar	5.87	75.08

La erosión hídrica potencial indica que, si no existe cobertura del suelo y no se tienen prácticas de conservación del suelo y agua, se perdería **78.29 ton/año en el área de CUSTF.**

Como se mencionó en los apartados anteriores la erosión hídrica actual en **CUSTF** es de **6.01 ton/año,** y la erosión potencial es de **78.29 ton/año** por tanto se tiene una erosión a mitigar de **75.08 ton/año.**

De esta forma, bajo el escenario de haber realizado el **CUSTF** se tiene que el suelo erosionado tiende a aumentar como consecuencia de la eliminación de la cobertura, por lo que para efectos de demostrar que el cambio de uso de suelo no implica el aumento de la erosión, con las medidas de mitigación se tiene que **recuperar el suelo erosionado por el CUSTF en el área a mitigar** y con ello captar **75.08 toneladas** de la diferencia entre los dos escenarios: Con **CUSTF** y Sin **CUSTF**.

VI.1.9 Metodología para la estimación de la erosión eólica.

La erosión eólica comparte con la erosión hídrica dos de los factores que controlan su tasa y magnitud, estos son la **erodabilidad y la presencia de la vegetación**, sin embargo, en este proceso, la rugosidad del suelo y el clima también desempeñan papeles significativos. Este tipo de erosión afecta principalmente a las **regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas** del país, aunque no es exclusiva de ellas. Su presencia está asociada a una **insuficiente protección del suelo** por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad" (SEMARNAT, 2016).

La erosión eólica se calcula mediante el método de Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (**SEDUE**) (1988) y es el producto del índice de agresividad del viento (**IAVIE**), la calificación de la textura del suelo (**CATEX**) y el factor por uso del suelo (**CAUSO**) y expresada en ton/ha/año.

Dentro de la expresión matemática mencionada anteriormente, cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones y valores ya determinados.

$$\boldsymbol{EROEO = IAVIE * CATEX * CAUSO}$$

Donde:
EROEO=Erosión eólica (ton/ha/año)
IAVIE= Índice de agresividad del viento
CATEX= Clasificación de la textura
CAUSO= Valor de uso del suelo

VI.1.9.1 Índice de Agresividad del viento (IAVIE)

El índice de agresividad del viento se calcula a partir de PECRE, con la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{IAVIE = 160.8252 - (0.766 * PECRE)}$$

Donde **PECRE** es el período de crecimiento, el cual se define como el número de días al año en el que hay disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (estos valores son medias anuales). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$\boldsymbol{PECRE = 0.2408 * (PREC) - 0.0000372 * (PREC^2) - 33.1019}$$

Donde:

PREC = Precipitación anual (mm)

Donde **PREC** es la precipitación media anual en mm. Esta se obtiene a partir de las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional en un periodo de 50 años.

VI.1.9.2 Clasificación de la textura (CATEX)

La calificación de la textura se obtiene a partir de la textura y fase del tipo de suelo. El tipo de suelo se obtiene a partir del conjunto de datos vectoriales de la carta Edafológica escala 1:250 000 del **INEGI**. El valor se obtiene de las siguientes tablas para tipos de suelos que son calcáreos o no son calcáreos y que se deben considerar si están o no, presentes en el área de **CUSTF**.

Tabla VI. 24 Tipos de suelos calcáreos.

Nombre	Símbolo
Cambisol cálcico	Bk
Chernozem Cálcico	Ck
Rendzina	E
Gleysol calcárico	Gc
Feozem calcárico	Hc
Fluvisol calcárico	Jc
Castañozem cálcico	Kk
Luvisol cálcico	Lk
Regosol calcárico	Rc
Xerosol cálcico	Xk
Yermosol cálcico	Yk

Fuente: SEDUE, 1988

Tabla VI. 25 Valores para la capa de textura para suelos no calcáreos.

CATEX	Textura y Fase
3.5	1 (gruesa)
1.25	2 (media)
1.85	3 (fina)
1.75	1 fase gravosa o pedregosa
0.62	2 fase gravosa o pedregosa
0.92	3 fase gravosa o pedregosa

Fuente: SEDUE, 1988

Tabla VI. 26 Valores para la capa de textura para suelos calcáreos.

CATEX	Textura y Fase
3.5	1 (gruesa)
1.75	2 (media)
1.85	3 (fina)
0.87	fase gravosa o pedregosa

Fuente: SEDUE, 1988

VI.1.9.3 Valor de uso del suelo (CAUSO)

La calificación del uso del suelo y tipo de vegetación se obtiene a partir del conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, serie VII y de la tabla propuesta por SEDUE (1988).

Los valores de la variable **CAUSO** se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VI. 27 Valores para el cálculo de CAUSO.

Uso del suelo y tipo de vegetación	CAUSO
Acuícola	0
Agricultura de humedad anual	0.2
Agricultura de humedad anual y permanente	0.2
Agricultura de humedad anual y semipermanente	0.2
Agricultura de humedad permanente	0.2
Agricultura de humedad semipermanente	0.2
Agricultura de humedad semipermanente y permanente	0.2
Agricultura de riego anual	0.2
Agricultura de riego anual y permanente	0.2
Agricultura de riego anual y semipermanente	0.2
Agricultura de riego permanente	0.2
Agricultura de riego semipermanente	0.2
Agricultura de riego semipermanente y permanente	0.2
Agricultura de temporal anual	0.7
Agricultura de temporal anual y permanente	0.7
Agricultura de temporal anual y semipermanente	0.7
Agricultura de temporal permanente	0.7
Agricultura de temporal semipermanente	0.7
Agricultura de temporal semipermanente y permanente	0.7
Asentamientos humanos	0
Bosque cultivado	0.2
Bosque de Ayarín	0.2
Bosque de cedro	0.2
Bosque de encino	0.2
Bosque de encino-pino	0.2
Bosque de galería	0.15
Bosque de mezquite	0.3
Bosque de oyamel	0.2
Bosque de pino	0.2
Bosque de pino-encino	0.2
Bosque de táscate	0.2
Bosque inducido	0.2
Bosque mesófilo de montaña	0.2
Chaparral	0.15

Cuerpo de agua	0
Desprovisto de vegetación	0.5
Manglar	0.05
Matorral Crasicaule	0.15
Matorral desértico Micrófilo	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Matorral espinoso tamaulipeco	0.15
Matorral rosetófilo costero	0.15
Matorral sarco-crasicaule	0.15
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.15
Matorral sarcocaule	0.15
Matorral submontano	0.15
Matorral subtropical	0.15
Mezquital tropical	0.15
Mezquital xerófilo	0.15
País extranjero	0
Palmar inducido	0.3
Palmar natural	0.3
Pastizal cultivado	0.3
Pastizal gipsófilo	0.3
Pastizal halófilo	0.3
Pastizal inducido	0.3
Pastizal natural	0.3
Popal	0.05
Pradera de alta montaña	0.3
Sabana	0.3
Sabanoide	0.3
Selva alta perennifolia	0.1
Selva alta subperennifolia	0.1
Selva baja caducifolia	0.1
Selva baja espinosa caducifolia	0.1
Selva baja espinosa subperennifolia	0.1
Selva baja perennifolia	0.1
Selva baja subcaducifolia	0.1
Selva baja subperennifolia	0.1
Selva de galería	0.05
Selva mediana caducifolia	0.1
Selva mediana perennifolia	0.1
Selva mediana subcaducifolia	0.1
Selva mediana subperennifolia	0.1
Sin vegetación aparente	0.4
Tular	0.05
Vegetación de desiertos arenosos	0.5
Vegetación de dunas costeras	0.5
Vegetación de galería	0.05
Vegetación de Petén	0.05
Vegetación gipsófila	0.3
Vegetación halófila hidrófila	0.05
Vegetación halófila xerófila	0.3
Vegetación secundaria arbórea de bosque de Ayarín	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de cedro	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de galería	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de mezquite	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de oyamel	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque de táscate	0.21
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	0.21
Vegetación secundaria arbórea de manglar	0.05

Vegetación secundaria arbórea de palmar natural	0.3
Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva baja subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva de galería	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbórea de vegetación de Petén	0.5
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de Ayarín	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de cedro	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	0.2

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de oyamel	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	0.2
Vegetación secundaria arbustiva de chaparral	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de matorral Crasicaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico Micrófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral rosetófilo costero	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarco-crasicaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarco-crasicaule neblina	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de matorral submontano	0.16

Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital tropical	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	0.16
Vegetación secundaria arbustiva de palmar natural	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal gipsófilo	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal halófilo	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	0.3
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	0.11

Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de desiertos arenosos	0.5
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de galería	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila hidrófila	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	0.5
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino-pino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino-encino	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque de táscate	0.21
Vegetación secundaria herbácea de bosque mesófilo de montaña	0.21
Vegetación secundaria herbácea de manglar	0.05
Vegetación secundaria herbácea de matorral Crasicaule	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral de coníferas	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral desértico Micrófilo	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral desértico rosetófilo	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral espinoso tamaulipeco	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral rosetófilo costero	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral sarco-crasicaule	0.16
Vegetación secundaria herbácea de matorral sarco-crasicaule de neblina	0.16

Vegetación secundaria herbácea de pastizal natural	0.3
Vegetación secundaria herbácea de selva alta perennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva alta subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva baja caducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva baja espinosa caducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva baja espinosa subperennifolia	0.11

Vegetación secundaria herbácea de selva mediana caducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subperennifolia	0.11
Vegetación secundaria herbácea de vegetación halófila xerófila	0.3
Zona urbana	0

Fuente: INEGI a partir de SEDUE, 1988

VI.1.10 Metodología desarrollada de la erosión eólica

Para obtener la tasa de erosión eólica en la condición Sin **CUSTF** y con **CUSTF** se realiza el producto de los factores anteriores, sustituyendo la ecuación inicial:

$$Ee = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

VI.1.10.1 IAVIE

Para el cálculo del índice de erosividad del viento se utilizaron los datos utilizados en el Factor R de la erosión hídrica.

A continuación, se presenta el cálculo sustituyendo los valores correspondientes:

$$PECRE = 0.2408\ (1,202) - 0.0000372(1,202^2 - 33.1019$$

$$PECRE = 202.59$$

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660\ (202.59)$$

$$IAVIE = 5.64$$

VI.1.10.2 CATEX

En el área de **CUSTF** se encontró dos tipos de suelos: leptosol y vertisol con texturas fina y media. Así mismo el suelo leptosol y luvisol se encuentra en la categoría de los suelos calcáreos, por otra parte, los suelos restantes no se consideran suelos calcáreos.

Tabla VI. 28 Tipos de suelos en el área de CUSTF y su fase.

Clave	Tipo de suelo	Textura	Calcáreo o no calcáreo	Fase	Catex
	Vertisol	fina	No	N	1.85

Fuente: Elaboración propia a partir de SEDUE, 1988.

VI.1.10.3 CAUSO

En este caso el valor **CAUSO** se toma de acuerdo con el estado de la vegetación, en nuestro caso los escenarios son: Sin **CUSTF**, es decir con la cobertura vegetal actual y con **CUSTF**, sin la cobertura producto del desmonte y despalme.

Tabla VI. 29 Valores de CAUSO antes del CUSTF y con CUSTF

Escenario	Tipo de vegetación	CAUSO
Sin **CUSTF**	Vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia	0.11
Con **CUSTF**	Desprovista de vegetación (DV)	0.5

Fuente: Elaboración propia a partir de SEDUE 1998, INEGI Serie VII

VI.1.11 Resultados de la estimación de la erosión eólica sin CUSTF y con CUSTF

A continuación, se presenta la tasa de erosión eólica por unidad de suelo, así como también por unidad de superficie en el área solicitada para el **CUSTF**.

Tabla VI. 30 Tasas y volumen de erosión eólica actual en el área de CUSTF.

Tasa y volumen de erosión sin CUSTF				Tasa y volumen de erosión sin CUSTF	
Polígono	Superficie	Tasa (ton/ha/año)	Volumen (ton)	Tasa (ton/ha/año)	Volumen (ton)
Polígono Forestal 1	1.7000	1.15	1.95	5.22	8.87
Polígono Forestal 2	2.5010	1.15	2.87	5.22	13.05
Polígono Forestal 3	3.5000	1.15	4.02	5.22	18.26
Polígono Forestal 4	1.5000	1.15	1.72	5.22	7.82
Polígono Forestal 5	3.8200	1.15	4.38	5.22	19.93
Total	13.0210	1.15	14.94	5.22	67.92

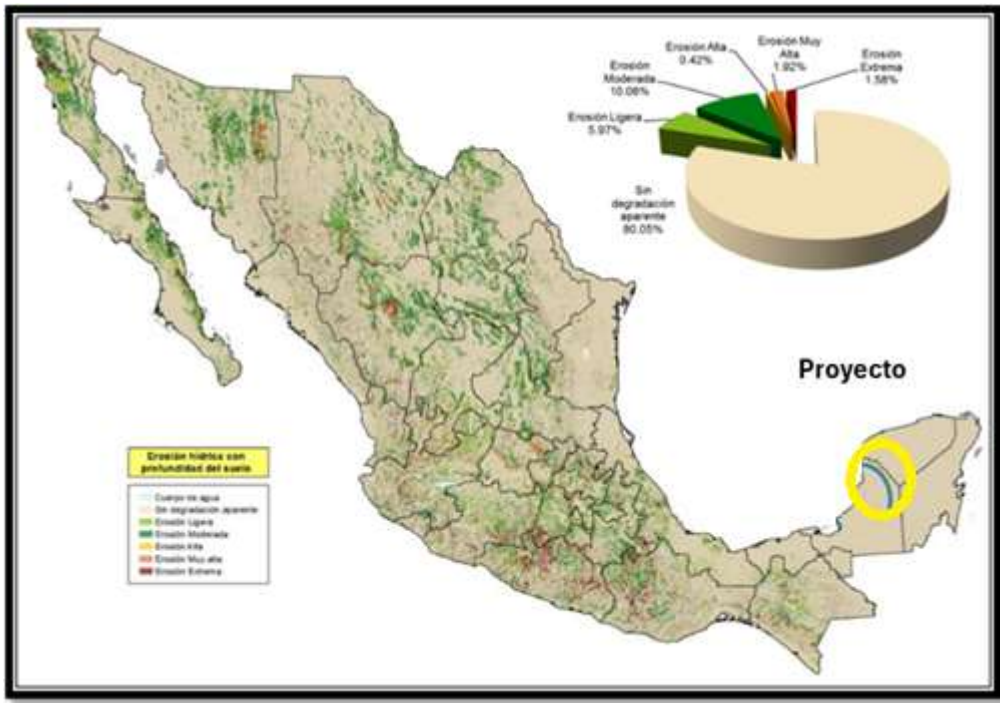
Donde: Los polígonos en realidad son subpoligonos del polígono general sujeto a CUSTF, solo que estos se dividieron por presentar características mínimas considerando aspectos de: pendiente, densidad de vegetación y erosividad de la lluvia

Como se observa en la tabla anterior, las tasas de erosión eólica en el escenario sin **CUSTF**, es decir en las condiciones actuales con los tipos de vegetación actuales se presentan entre los valores de **1.15 ton/ha/año** de erosión eólica y aplicado a la superficie del área de **CUSTF** se tiene un volumen de suelo anual de **14.94 toneladas**.

De acuerdo con CONAFOR-UACh (2013) el área de **CUSTF** se encuentra en el rango de **Nula o sin degradación por la erosión eólica**

La erosión eólica afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Sus causas también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a la destrucción de la estructura del suelo y a niveles bajos de humedad, lo cual no corresponde a las condiciones que se presentan en área de estudio ya que se tienen altos niveles de humedad, precipitación y una cubierta vegetal permanente de selva mediana subperennifolia.

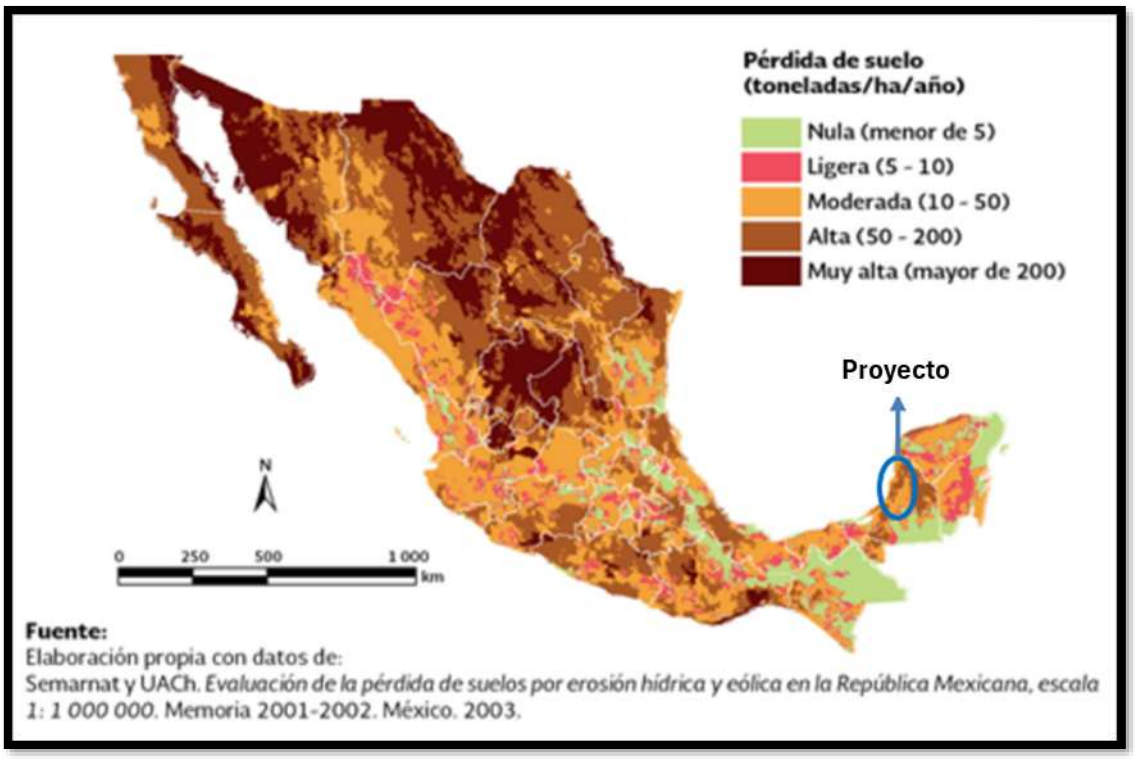
Figura 6. Grado de la superficie afectada por erosión eólica y su distribución (CONAFOR-UACh, 2013).



Las tasas de erosión potencial en el área de **CUSTF** son de **5.22 ton/ha/año** y en caso de que se ejerza el **CUSTF** el volumen de suelo que resultaría con las tasas anteriores en el área de **CUSTF** sería de **67.92 ton/año**.

Por la escala de trabajo hay una variación no significativa en las tasas de erosión ya que en nuestro caso la estimación fue a nivel local, mientras que lo realizado por SEMARNAT-UACh (2002) fue a escala 1:1,000 000, por lo que la precisión fue mayor, aunado al intenso muestreo realizado en campo para obtener las condiciones actuales del sitio.

Figura 7 Erosión eólica potencial según SEMARNAT-UACh, 2002.



Como se mencionó en los apartados anteriores el volumen de erosión eólica actual en el área de **CUSTF** es de **14.94 ton/año,** y la erosión potencial es de **67.92 ton/año** por tanto se tiene una erosión a mitigar de **52.98 ton/año.**

De esta forma, bajo el escenario de haber realizado el **CUSTF** se tiene que el suelo erosionado por la erosión eólica tiende a aumentar como consecuencia de la eliminación de la cobertura, por lo que para efectos de demostrar que el cambio de uso de suelo no implica el aumento de la erosión eólica, con las medidas de compensación se tiene que **recuperar el suelo perdido por el CUSTF en el área a mitigar** y con ello captar **52.98 toneladas** de la diferencia entre los dos escenarios: con **CUSTF** y sin **CUSTF**.

VI.1.12 Volumen de suelo a mitigar por efectos del CUSTF

Con base en el análisis realizado de la erosión dentro del **CUSTF**, se obtuvo que la cantidad total de pérdida de suelo por factores eólicos e hídricos en las condiciones actuales es de **18.15 ton/año**, una vez que se lleve a cabo el desmonte del área de **CUSTF** se incrementara a **146.20 ton/año**, de esta forma se estima que con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se comprometen un total de **128.05 toneladas** de suelo por erosión tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VI. 31 Erosión total (eólica e hídrica) dentro del área de CUSTF.

Erosión	Sin CUSTF (ton/año)	Con CUSTF (ton/año)	Volumen para mitigar (toneladas)
Hídrica	3.21	78.29	75.08
Eólica	14.94	67.92	52.98
Total	**18.15**	**146.20**	**128.05**

Las medidas de mitigación y estimación de la erosión en este escenario se desarrollan a detalle en el Capítulo correspondiente.

Los cálculos y el desarrollo de la metodología con todas las variables implicadas para la estimación de la erosión hídrica y eólica, así como el volumen a mitigar se presentan en el **Anexo VI.1 EROSION EN TRES ESCENARIOS**

VI.1.13 Estimación de la erosión actual del área de mitigación

En el siguiente apartado, se presenta la evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la superficie donde se llevará a cabo las medidas de mitigación.

La estimación se llevó a cabo para dos escenarios

1.- Escenario actual: Las condiciones actuales del área de reforestación tienen una cobertura de vegetación del 0 al 10%. Las áreas no presentan vegetación o tienen una cobertura muy baja con vegetación herbácea aislada.

2.- Escenario con medidas: Se estima tomando en cuenta las medidas de mitigación que se realizarán: las medidas de compensación. Se considera un aumento gradual de la cobertura como consecuencia del desarrollo de la reforestación y reubicación, hasta alcanzar igual o mayor cobertura que la que se presenta actualmente el área de **CUSTF**.

A. EROSION HÍDRICA

Para la estimación de la erosión hídrica en el área de compensación, se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) validada para México por Figueroa et al. (1991). Las condiciones actuales del terreno permiten la reforestación y reubicación de flora en áreas degradadas por actividades agropecuarias, lo que mejorará significativamente la ecología del sitio, acelerará la sucesión natural y contribuirá a la retención de suelo y agua. En caso de detectar especies exóticas o invasoras, se implementarán medidas de control y erradicación. La degradación del suelo está asociada al pastoreo intensivo y al pisoteo del ganado bovino, afectando la capa superficial.

Para obtener las variables de entrada en la **EUPS**, se tomó como referencia la caracterización del SAR, se realizó una intersección entre las pendientes (%) y los tipos de suelo en el área de compensación, como en el área de reubicación de flora silvestre obteniendo así los valores correspondientes para los factores K y LS. Estos valores están desglosados en la memoria de cálculo bajo el título "Área de compensación".

A continuación, se presenta una estimación de la erosión hídrica en las condiciones actuales:

Tabla VI. 32 Valores de la EUPS utilizados en el área de mitigación.

Polígono	ID Pendiente	Cobertura actual	Factor C	Factor R	Factor K	Factor LS	Superficie (ha)	Tasa (ton/ha/año)	Volumen (ton)
1	1	Cobertura no apreciable	0.414	11,724.83	0.02	0.0138	2.4492	1.34	3.28
1	1	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0138	6.3649	3.24	20.60
1	2	Cobertura no apreciable	0.414	11,724.83	0.02	0.0233	0.7182	2.26	1.62
1	2	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0233	1.1688	5.45	6.38
1	3	Cobertura no apreciable	0.414	11,724.83	0.02	0.0482	1.1393	4.68	5.33
1	3	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0482	1.9708	11.31	22.29
2	1	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0138	3.1614	3.24	10.23
2	2	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0233	0.4002	5.45	2.18
2	3	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0482	0.4819	11.31	5.45
3	1	Cobertura no apreciable	0.414	11,724.83	0.02	0.0138	1.8399	1.34	2.46

Polígono	ID Pendiente	Cobertura actual	Factor C	Factor R	Factor K	Factor LS	Superficie (ha)	Tasa (ton/ha/año)	Volumen (ton)
3	1	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0138	1.4575	3.24	4.72
3	2	Cobertura no apreciable	0.414	11,724.83	0.02	0.0233	0.2015	2.26	0.45
3	2	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0482	0.2863	11.31	3.24
3	3	Cobertura no apreciable	0.414	11,724.83	0.02	0.0482	0.1959	4.68	0.92
3	3	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0138	0.6355	3.24	2.06
4	1	Cobertura no apreciable	0.414	11,724.83	0.02	0.0138	2.1509	1.34	2.88
4	1	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0233	3.8805	5.45	21.17
4	2	Cobertura no apreciable	0.414	11,724.83	0.02	0.0233	0.0838	2.26	0.19
4	2	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0482	0.4289	5.45	2.34
4	3	Cobertura no apreciable	0.414	11,724.83	0.02	0.0482	0.2558	4.68	1.20
4	3	Desprovisto de vegetación	1	11,724.83	0.02	0.0482	0.7798	11.31	8.82
Total, área de mitigación							**30.05**	**4.25**	**127.81**

Se obtiene que la tasa de erosión actual ponderada es de 4.25 ton/ha/año con valores mínimos y máximos de 1.34 ton/ha/año a 11.31 ton/ha/año y aplicando estas tasas se tiene una pérdida del suelo de 127.81 ton/año.

Dado que la erosión que se tendría que mitigar por efectos del **CUSTF** es de 102.41 toneladas, es decir un volumen menor que el que se podría recuperar en el área de compensación, se asume pues que en este terreno se mitigará en su totalidad el suelo que se erosionaría si se ejerce el **CUSTF**.

A. EROSION EÓLICA

La erosión eólica, es la remoción del suelo por acción del viento; es mayor a medida que disminuye la cubierta vegetal, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento. Medir la erosión eólica es difícil, pero puede realizarse siguiendo la metodología establecida por la FAO-Colegio de Posgraduados

(Publicado por la SEDUE, 1989) y la expresión para determinar la pérdida de suelos:

$$EROE = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Donde:

EROE=Erosión eólica (ton/ha/año)

IAVIE= índice de agresividad del viento

CATEX= Clasificación de la textura

CAUSO= Valor de uso del suelo

Los factores que afectan o condicionan la erosión eólica son clima, suelo y vegetación. La topografía parece ser no muy importante, aunque la longitud de la superficie erosionable tiene gran influencia en el movimiento del suelo, al conjugarse estos factores bajo determinadas condiciones propician o restringen este tipo de erosión. Generalmente la erosión eólica se presenta bajo condiciones de escasa precipitación, fuertes oscilaciones térmicas entre el día y la noche, así como vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo.

A continuación, se realiza una estimación de la erosión eólica en las condiciones actuales de esta área.

Para la estimación del valor de **CAUSO**, se realizó una sencilla interpolación lineal de los valores de **CAUSO** donde se está "Desprovisto de vegetación" y el **CAUSO** con vegetación de selvas medianas con cobertura entre el 25 a 75 % (Miranda y Hernández, 1966), es decir entre el valor de 0.5 y 0.11. A partir de ello se extrajo el valor que le corresponden a una cobertura residual del 10 %, obteniendo 0.448.

A continuación, se presentan los valores de cada factor para obtener la erosión eólica en cada superficie correspondiente.

Tabla VI. 33 Valores de la erosión eólica utilizados en el área de mitigación.

Polígono	ID Pendiente	Cobertura actual	CAUSO	PECRE	IAVIE	CATEX	Superficie (ha)	Tasa (ton/ha/año)	Volumen (ton)
1	1	Cobertura no apreciable	0.448	202.59	5.64	1.25	2.4492	3.16	7.73
1	1	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	6.3649	3.52	22.43
1	2	Cobertura no apreciable	0.448	202.59	5.64	1.25	0.7182	3.16	2.27
1	2	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	1.1688	3.52	4.12

Polígono	ID Pendiente	Cobertura actual	CAUSO	PECRE	IAVIE	CATEX	Superficie (ha)	Tasa (ton/ha/año)	Volumen (ton)
1	3	Cobertura no apreciable	0.448	202.59	5.64	1.25	1.1393	3.16	3.60
1	3	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	1.8908	3.52	6.95
2	1	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	3.1614	3.52	11.14
2	2	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	0.4002	3.52	1.41
2	3	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	0.4819	3.52	1.70
3	1	Cobertura no apreciable	0.448	202.59	5.64	1.25	1.8399	3.16	5.81
3	1	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	1.4575	3.52	5.14
3	2	Cobertura no apreciable	0.448	202.59	5.64	1.25	0.2015	3.16	0.64
3	2	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	0.2863	3.52	1.01
3	3	Cobertura no apreciable	0.448	202.59	5.64	1.25	0.1959	3.16	0.62
3	3	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	0.6355	3.52	2.24
4	1	Cobertura no apreciable	0.448	202.59	5.64	1.25	2.1509	3.16	6.79
4	1	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	3.8805	3.52	13.68
4	2	Cobertura no apreciable	0.448	202.59	5.64	1.25	0.0838	3.16	0.26
4	2	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	0.4289	3.52	1.51
4	3	Cobertura no apreciable	0.448	202.59	5.64	1.25	0.2558	3.16	0.81
4	3	Desprovisto de vegetación	0.5	202.59	5.64	1.25	0.7798	3.52	2.75

[redacted]
Sierra G[redacted] ditepec
Ciudad de México, C.P. [redacted] Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Polígono	ID Pendiente	Cobertura actual	CAUSO	PECRE	IAVIE	CATEX	Superficie (ha)	Tasa (ton/ha/año)	Volumen (ton)
Total, área de compensación							**30.05**	**3.41**	**102.60**

Para la superficie de mitigación la tasa ponderada de erosión eólica que se presenta es de 3.41 ton/ha/año y una pérdida de suelo de 102.60 ton/año, dado que la erosión que se tendría que mitigar por efectos del **CUSTF** es de 81.37 toneladas, es decir un volumen menor que el que se podría recuperar en el área de mitigación, se asume pues que en este terreno se mitigará en su totalidad el suelo que se erosionaría por efectos del **CUSTF**.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos una vez aplicada las medidas de compensación (reforestación y reubicación de flora reforestación) en una superficie de 30.05 ha.

VI.1.14 Estimación de la erosión una vez establecida las medidas de compensación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras la compensación, considerando una tasa de incremento anual aproximada del 15 %. La propuesta de alta cobertura obedece a las condiciones específicas de los climas cálidos húmedos y subhúmedos, donde la disponibilidad de agua en el suelo, la alta humedad del aire y las precipitaciones favorecen rápidamente la colonización de suelos desnudos. Estas tasas representan un compromiso para cumplir con los objetivos de mitigación de la erosión, como se detalla en los apartados de evaluación de los Programas de Reforestación y reubicación, que explica el método para evaluar la cobertura forestal y proporciona un mecanismo de seguimiento para asegurar su cumplimiento a través de un monitoreo sistemático.

Además, estas tasas se enmarcan en los rangos históricos reportados por la **CONAFOR** en sus Monitoreos de Restauración Forestal y Reconversión Productiva de 2011 a 2017. Estos monitoreos documentan variaciones en las tasas de cobertura y supervivencia de diferentes estratos vegetales al final de cada ejercicio fiscal. No obstante, esto no implica que la vegetación recupere, en cinco años, la estructura y función inicial observadas en el escenario sin **CUSTF**. En cambio, estas proyecciones apoyan la idea de restablecer la protección del suelo mediante la recuperación de la cobertura vegetal, centrándose en su capacidad funcional para mitigar la erosión y estabilizar el terreno. Los incrementos anuales propuestos del 15 % para el escenario de mitigación son viables, considerando los resultados históricos de **CONAFOR**. Asimismo, se destaca que las condiciones climáticas del ecosistema tropical favorecen la reforestación y reubicación como se concluye en el informe de **CONAFOR** para 2017[2]:

[2] Monitoreo de Restauración forestal y reconversión productiva 2017

[redacted]
Sierra G[redacted]ultepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

"La evidencia estadística sugiere que a nivel nacional los mejores niveles de sobrevivencia se encontraron en plantaciones de ecosistema tropical, seguido de las establecidas en clima templado y, finalmente, en zonas áridas y semiáridas" (p. 120).

A. EROSION HIDRÍCA

En la siguiente tabla se presentan los valores de coberturas propuestos considerando la sucesión ecológica para selvas medianas secundarias, alta precipitación, humedad y temperaturas medias anuales.

Tabla VI. 34 Valores del factor C por cobertura propuesta

Escenario	Año	% Cobertura aérea	% Cobertura del suelo	Tipo	Factor C
1	Sin CUSTF	75	80	M	0.0410
2	Con CUSTF	0	0	M	1
Actual compensación		0-10		M	0.414-1
3	1	15	15	P	0.236
	2	30	30	P	0.124
	3	45	45	P	0.060
	4	60	60	P	0.034
	5	75	80	P	0.011

Una vez obtenido el Factor C, se procede a estimar las tasas de erosión durante los 5 años de mitigación, por otro lado, para obtener el volumen de erosión que se obtiene por cada superficie se realiza el cálculo utilizando como dato de entrada la tasa de erosión y la superficie correspondiente, tal y como se muestra la siguiente tabla.

Tabla VI. 35 Recuperación de las tasas y volumen de erosión eólica en el área de compensación

Escenario	Año	Tasa de erosión (t/ha/año)	Volumen (ton/año)	Volumen recuperado anualmente (ton)	Volumen acumulado (ton)
1	Sin CUSTF	1.15	14.94	0.00	0.00
2	Con CUSTF	5.22	67.92	0.00	0.00
3	1	4.40	132.29	19.55	19.55
3	2	3.59	107.84	24.45	44.00
3	3	2.77	83.39	24.45	68.46
3	4	1.96	58.94	24.45	92.91

Sierra G[redacted] ultepec
Ciudad de México, C.P. [redacted] Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

3	5	0.98	29.59	29.34	122.25
Volumen acumulado recuperado en 5 años				122.252	
Volumen adicional recuperado				69.28	

Con base en la tabla anterior, una vez que se lleve a cabo las medidas de mitigación en los polígonos propuestos; el primer año disminuiría la erosión a una tasa promedio de **4.40 ton/ha/año** y un volumen de suelo de **19.55 ton/año**, recuperando de esta forma **19.55 toneladas** durante el año 1.

En ese tenor, al año 5 la tasa de erosión estimada y la erosión hídrica total en el área de mitigación sería menor a la que se erosiona actualmente en el área de **CUSTF**. Así mismo se recuperaría **122.252 toneladas** de suelo durante los 5 años siguientes a la remoción y despalme; adicionalmente hay una recuperación a favor del medio ambiente de **69.28 toneladas** de suelo.

Por lo tanto, se concluye que no hay una afectación permanente al recurso suelo por efectos del agua y como consecuencia del **CUSTF** y se da cumplimiento con el precepto de excepcionalidad que dice:

La erosión de los suelos se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Los cálculos de la erosión hídrica por variables y considerando las medidas de mitigación se encuentran en el **Anexo VI.1 erosión en tres escenarios.**

Por lo tanto, se concluye que no hay una afectación permanente al recurso suelo por efectos del **CUSTF** y se da cumplimiento con el precepto de excepcionalidad que dice:

La erosión de los suelos se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Los cálculos de los datos de la erosión hídrica por tipo de suelo y medida de mitigación se encuentran en el **Anexo VI.1 Estimación de la erosión.**

VII. 2 De la capacidad de infiltración del agua después de la remoción de vegetación.

La infiltración se puede definir como el proceso por el cual el agua penetra en los estratos de la superficie del suelo y su desplazamiento hacia el manto freático, la cual depende de factores como degradación, textura y compactación del suelo. El régimen de infiltración o captación de agua en el suelo es sensible a condiciones cercanas a la superficie y está sometido a un cambio significativo debido a su uso, manejo que se le da y el tiempo, así mismo, la infiltración también se puede ver modificada por el desarrollo de la vegetación, la estructura y agregación del suelo y a la materia orgánica estable.

[redacted] Sierra G[redacted] ditepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

VI.2.1 Metodología para la estimación del potencial de infiltración

El balance hidrológico supone que las pérdidas son despreciables (se considera, por tanto, que la cuenca es impermeable), y admite que las variaciones del agua almacenada en la cuenca son despreciables para un período suficientemente largo (normalmente un año).

El balance hídrico es empleado para el cálculo de la oferta hídrica superficial, es decir al volumen de agua continental de los sistemas de drenaje superficial en un período determinado de tiempo. La ecuación para el balance hídrico propuesta por Poveda *et al*. (2007) se representa por la siguiente expresión:

$$\frac{dS(t)}{dt} = P(t) - E(t) - R(t)$$

Donde

S(t)=representa el almacenamiento de agua en el suelo como una función del tiempo

P(t)=Precipitación en mm por unidad de tiempo

E(t)=evapotranspiración real o efectiva en mm por unidad de tiempo

R(t)=escorrentía incluyendo el flujo base en mm por unidad de tiempo

VI.2.2 Volumen precipitado (VOLP)

Para el cálculo del volumen precipitado se utilizó la metodología descrita en la NOM-011-CONAGUA 2015 en una superficie delimitada, en donde se considera la altura de la precipitación media anual en metro, multiplicada por la superficie en metros cuadrados. La ecuación de volumen precipitado se representa por la siguiente expresión:

$$VOLP = P * SCUSTF$$

Donde:

VOLP=Volumen precipitado (m^3/año)

P=Precipitación media anual (m)

SCUSTF=Superficie del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (m^2)

VI.2.3 Volumen evapotranspirado (VOLETP)

La evapotranspiración es un componente fundamental del balance hídrico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera. Su cuantificación se hace precisa en contextos diferentes tales como la producción vegetal, la planificación y gestión de recursos hídricos o estudios ambientales y ecológicos (Becerra, 1999).

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizó el método de Coutagne descrito en el libro *Procesos del Ciclo Hidrológico* (1998) de Campos Aranda, 1998, en donde hace referencia a la fórmula de Coutagne tipo

II para el cálculo de la evapotranspiración real basado exclusivamente en datos de temperatura media (C°) anual y precipitación anual (m) tal y como se describe a continuación:

$$\mathbf{ETR} = \mathbf{P} - (\mathbf{X}) * (\mathbf{P^2})$$

Donde

ETR = Evapotranspiración real (m/año)

P = Precipitación media anual (m)

T = Temperatura media anual en °C

X= $\mathbf{1}/(\mathbf{0.8} + \mathbf{0.14} * (\mathbf{T})$

La fórmula sólo es aplicable para valores de la precipitación media anual (P) comprendidos entre 1/8 X y 1/2X, estando **ETR** y P en metros y T en C°.

Si P es menor que 1/8X la **ETR** es igual a la precipitación, es decir, no existe escurrimiento; si la precipitación P es mayor que ½ X la **ETR** es prácticamente independiente de P y su valor está dado por la siguiente ecuación:

$$\mathbf{ETR} = \mathbf{0.20} + \mathbf{0.035} * \mathbf{T}$$

Donde

ETR = Evapotranspiración real (m/año)

P = Precipitación media anual (m)

T = Temperatura media anual en °C

El resultado de la **ETR** obtenido se multiplica por el área sujeta a **CUSTF** y con ello se obtiene el volumen evapotranspirado (**VOLETP**):

$$\boldsymbol{VOLETP} = \boldsymbol{ETP} * \boldsymbol{SCUSTF}$$

Donde:

VOLETP=Volumen evapotranspirado (m^3/año)

ETP=Evapotranspiración potencial (m)

SCUSTF=Superficie del área sujeta a **CUSTF** (m^2)

VI.2.4 Volumen escurrido (VOLEA)

El escurrimiento superficial es la porción de la lluvia que fluye sobre la superficie del suelo a través de los canales hacia las corrientes mayores. Este fenómeno ocurre cuando la intensidad de precipitación es mayor que la evaporación y la infiltración (Becerra, 1999).

Sierra G[redacted] ditepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se utilizó la metodología descrita en la NOM-011-CONAGUA-2015, así como información del **INEGI** y datos de campo, de esta forma, de acuerdo con las siguientes tablas se determinó, en base al tipo de suelo y sus características de cobertura.

La ecuación para el coeficiente de escurrimiento se representa por la siguiente expresión:

$$Ce = \frac{K(P - 250)}{2000} + \frac{K - 0.15}{1.5}$$

Donde:

K=Parámetro que depende del tipo y uso del suelo

P= Precipitación media anual (mm)

Tabla VI. 36 Valores de "K" para el Coeficiente de Escurrimiento.

Uso del suelo	Tipo de suelo		
	A*	B*	C*
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	**0.28**	0.30
Cultivos:			
En Hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% -Regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -Excesivo-	0.24	0.28	0.30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30
*A. Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos. *B. Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.			

Sierra G[redacted] ultepec
Ciudad de México, C.P. [redacted] Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

*C. Suelos impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.	
K; Parámetro que depende del tipo y uso de suelo	Coeficiente de escurrimiento anual (Ce)
Si K resulta menor o igual que 0.15	Ce = K (P-250) / 2000
Si K es mayor que 0.15	Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) /1.5
Donde, P= Precipitación media anual, en mm	

Fuente: NOM-011-CONAGUA-2015

Para determinar el volumen de escurrimiento en una superficie delimitada se determinó mediante la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{VOLEA = P * SCUSTF^{¨} * Ce}$$

Donde:

VOLEA=Volumen de escurrimiento (m^3/año)

P=Precipitación media anual (m)

SCUSTF=Superfície de **CUSTF** (m^2)

Ce=Coeficiente de escurrimiento

VI.2.5 Potencial de Infiltración (VOLPI)

La infiltración es otro factor que influye en el balance de humedad y se define como el movimiento del agua, a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares. La diferencia entre el volumen de agua que llueve en una cuenca y el que escurre por su salida recibe el nombre genérico de pérdidas. La infiltración tiene un papel de primer orden en la relación lluvia-escurrimiento. El agua que precipita puede tomar tres caminos a seguir: infiltrarse, escurrirse y evaporarse (Aparicio, 1992). Y se representa en la ecuación siguiente:

$$\boldsymbol{P = I + R + ET}$$

Donde:

I=Infiltración

R=Escurrimiento

ET=Evaporación

El parámetro precipitación se mide mediante pluviómetros en estaciones meteorológicas, y se obtiene en unidades de longitud (usualmente mm/año). La escorrentía superficial a partir del coeficiente de escurrimiento, la precipitación media anual, etc. La evapotranspiración se calcula usualmente mediante métodos empíricos, como la **Ecuación de *Turc* o Thornthwaite**, y se expresa en unidades de longitud (mm/año).

El cálculo del potencial de infiltración se obtiene mediante un simple despeje de la ecuación inicial y queda de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{I = P - R - ET}$$

Donde:

I=Infiltración+

P=Precipitación (mm)

R=Escurrimiento (m^3)

ET=Evaporación (mm)

La siguiente expresión es para obtener el volumen infiltrado en el área sujeta a **CUSTF**.

$$\textbf{Potencial de infiltración (VOL PI)} = \textbf{VOLP} - \textbf{VOLEA} - \textbf{VOLETP}$$

Donde:

VOLP=Volumen precipitado (m^3/año)

VOLEA=Volumen de escurrimiento (m^3/año)

VOLETP=Volumen evapotranspirado (m^3/año)

En los siguientes apartados se realiza el análisis del balance hídrico en dos escenarios:

1) Volumen de agua que se infiltra en las condiciones actuales, es decir sin el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (Sin **CUSTF**)
2) Volumen de agua que se infiltra con el cambio de uso del suelo en terrenos forestales (Con **CUSTF**)
3) Volumen de agua a mitigar en el supuesto de que se realice el cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Resultados de la estimación del potencial de infiltración sin CUSTF y con CUSTF

VI.2.6 Volumen precipitado (VOLP)

Para la aplicación de la ecuación se utilizó la información climática proporcionada por la FAO, descrita como una herramienta interactiva que cubre la superficie terrestre global a una resolución espacial de 10 minutos. Esta incluye promedios anuales de precipitación, temperatura y otras variables climáticas esenciales como la velocidad del viento, humedad relativa y evapotranspiración de referencia. A pesar de contar con datos de la **CONAGUA** cuyas estaciones más cercanas están en Mamantel (17 km) y Chicbul (19 km), se optó por la alta resolución espacial y precisión de los datos de la **FAO**, lo cual permite una estimación más confiable de las condiciones climáticas que afectan la erosión en la región de interés.

Tabla VI. 37 Datos meteorológicos del área sujeta al CUSTF.

Coordenadas geográficas	Parámetros	Promedio												ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
19.583225°-90.317369	Precipitación	44	66	21	6	45	196	115	115	423	108	41	22	1,202.00
	Temperatura	24.6	24.7	27.8	30.7	30.5	28.7	29.7	30.1	27.3	26.8	25.4	24.9	27.60

Fuente: FAO, 2025.

Se estima que el volumen de precipitación es de **156,512.788 m^3** anuales dentro de las **13.021 ha,** así como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla VI. 38Volumen precipitado en el área sujeta a CUSTF.

Polígono	Superficie (ha)	Superficie (m^2)	T media (C°)	Precipitación anual (mm)	Precipitación anual (m)	Volumen precipitado (m^3)
CUSTF	**13.021**	**130,210**	**27.60**	**1,202.00**	**1.20**	**156,512.788**

Volumen evapotranspirado (VOLETP)

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizó el método de Coutagne descrito en el libro *Procesos del Ciclo Hidrológico* (1998), en donde hace referencia a la fórmula de Coutagne tipo II para el cálculo de la evapotranspiración real basado exclusivamente en datos de temperatura media (C°) anual y precipitación anual (m) tal y como se describe a continuación:

$$\mathbf{ETR = P - (X) * (P^2)}$$

Donde

ETR= Evapotranspiración real (m/año)

P= Precipitación media anual (m)

t= Temperatura media anual en °C

$$\mathbf{ETR = 1.20 - \left(\frac{1}{0.8 + (0.14 * 27.60)}\right) * (1.20^2)}$$

$$\mathbf{ETR = 0.892\ m/año}$$

La fórmula sólo es aplicable para valores de la precipitación media anual (P) comprendidos entre 1/8 X y 1/2X, estando **ETR** y P en metros y T en C°.

Sierra G[redacted] ultepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

$$\frac{1}{8}\mathbf{X} = \mathbf{0.583}$$

$$\frac{1}{2}\mathrm{X} = \mathbf{2.332}$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{1.20}$$

El resultado de la **ETP** obtenido se multiplica por el área sujeta a **CUSTF** y con ello se obtiene el volumen evapotranspirado (**VOLETP**):

VI.2.7 Estimación del potencial de infiltración actual área de compensación

En el siguiente apartado, se presenta la evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro de la superficie donde se llevará a cabo la reforestación de especies nativas.

La estimación se llevó a cabo para dos escenarios

1.- Escenario actual: Las condiciones actuales del área de compensación tienen una cobertura de vegetación del 0 al 10%. Las áreas no presentan vegetación o tienen una cobertura muy baja con vegetación herbácea aislada. El análisis de la imagen satelital Sentinel 2B muestra áreas con vegetación no apreciable y suelos desprovistos en el área de compensaación.

2.- Escenario con medidas: Se estima tomando en cuenta las medidas de mitigación que se realizarán: compensación. Se considera un aumento gradual de la cobertura como consecuencia del desarrollo de la reforestación y reubicación, hasta alcanzar igual o mayor cobertura que la que se presenta actualmente el área de **CUSTF**.

Para la aplicación de la ecuación se utilizó la información climática proporcionada por la **FAO**, descrita como una herramienta interactiva que cubre la superficie terrestre global a una resolución espacial de 10 minutos. Esta incluye promedios anuales de precipitación, temperatura y otras variables climáticas esenciales como la velocidad del viento, humedad relativa y evapotranspiración de referencia. A pesar de contar con datos de la **CONAGUA** cuyas estaciones más cercanas están en Mamantel (17 km) y Chicbul (19 km), se optó por la alta resolución espacial y precisión de los datos de la **FAO**, lo cual permite una estimación más confiable de las condiciones climáticas que afectan la erosión en la región de interés.

Sierra G[redacted] ditepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Tabla VI. 39 Volumen de precipitación y ETP en el área de compensación

Polígono	Superficie (ha)	Superficie (m^2)	T media (C°)	Precipitación anual (mm)	Precipitación anual (m)	Volumen precipitado (m^3)	Volumen ETP (m3)
1	4.2268	42,268	27.60	1,202.00	1.20	51,767.32	**38,425.91**
1	9.5045	95,045	27.60	1,202.00	1.20	114,244.47	**84,801.54**
2	4.0435	40,435	27.60	1,202.00	1.20	48,603.41	**36,077.40**
3	2.2372	22,372	27.60	1,202.00	1.20	26,891.44	**19,961.02**
3	2.3793	23,793	27.60	1,202.00	1.20	28,598.67	**21,228.26**
4	2.4904	24,904	27.60	1,202.00	1.20	29,935.16	**22,220.31**
4	5.0892	50,892	27.60	1,202.00	1.20	61,172.02	**45,406.84**
Total Reforestación	**29.97**	**299,700**	**27.60**	**1,202.00**	**1.20**	**361,212.49**	**268,121.28**

En este escenario para evaluar la capacidad de retención de agua del suelo, se considera la condición actual en el sitio donde se llevará a cabo la compensación, tomando en cuenta la cobertura vegetal existente (factor K) y asignándole un valor de acuerdo con las condiciones del sitio.

Es importante mencionar que las áreas destinadas para el desarrollo de las medidas de mitigación son áreas que fueron afectadas por actividades pecuaria, por ende, la consideración de dichas áreas para regresarlas a sus condiciones originales.

El valor del parámetro K empleado para el cálculo de la infiltración actual fue de 0.28, el cual fue resultado de la consideración de las condiciones del tipo de suelo en el área y un uso de suelo de barbecho, áreas incultas y desnudas, como se detalla a continuación:

Tabla VI. 40 Valores de K y Ce en el área de compensación

Valores de K							Coeficiente de escurrimiento	
Escenario	**Cobertura**	**Uso de suelo**	**Tipo de suelo**	**Textura**	**Clave**	**K**	**Precipitación anual (mm)**	**Ce**
Área de compensación	Cobertura no Apreciable (10 %)	Pastizal: Menos del 50% - excesivo-	Phaeozem rendzico	Media	B	0.264	1,202.00	0.20

Sierra G[redacted] ditepec
Ciudad de México, C.P. [redacted] Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Valores de K							Coeficiente de escurrimiento	
Escenario	**Cobertura**	**Uso de suelo**	**Tipo de suelo**	**Textura**	**Clave**	**K**	**Precipitación anual (mm)**	**Ce**
Área de compensación	Desprovisto de vegetación	Barbecho, áreas incultas y desnudas	Phaeozem rendzico	Media	B	0.280	1,202.00	0.22

Tabla VI. 41 Volumen de escurrimiento en el área de reforestación.

Polígono	Cobertura	Superficie (ha)	Superficie (m^2)	K	Ce	VOLEA (m^3)	VOLPI (m^3)
1	Cobertura no apreciable	4.226	42,268.00	0.264	0.202	10,439.604	2,901.801
1	Desprovisto de vegetación	9.505	95,045.320	0.280	0.220	25,127.691	4,315.246
2	Desprovisto de vegetación	4.044	40,435.450	0.280	0.220	10,690.158	1,835.849
3	Cobertura no apreciable	2.237	22,372.250	0.264	0.202	5,423.036	1,507.392
3	Desprovisto de vegetación	2.379257	23,792.570	0.280	0.220	6,290.182	1,080.230
4	Cobertura no apreciable	2.490446	24,904.460	0.264	0.202	6,036.844	1,678.006
4	Desprovisto de vegetación	5.089186	50,891.860	0.280	0.220	13,454.581	2,310.591
Total compensación		**29.97**	**299,700**	**0.273**	**0.212**	**77,462.097**	**15,629.115**

Con base en el análisis realizado para los polígonos de reforestación, bajo las condiciones actuales, se estima que el volumen total de infiltración es de 15,629.115 m^3 anuales en el área de medidas de mitigación.

VI.2.8 Estimación del potencial de infiltración una vez establecida las medidas de mitigación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras la reforestación y reubicación, considerando una tasa de incremento anual aproximada del 15 %. La propuesta de alta cobertura obedece a las condiciones específicas de los climas cálidos húmedos y subhúmedos, donde la disponibilidad de agua en el suelo, la alta humedad del aire y las precipitaciones favorecen rápidamente la colonización de suelos desnudos. Estas tasas representan un compromiso para cumplir con los objetivos de mitigación de la erosión, como se detalla en el apartado de evaluación de los Programas de Reforestación y reubicación, que explica el método para evaluar la cobertura forestal y proporciona un mecanismo de seguimiento para asegurar su cumplimiento a través de un monitoreo sistemático.

Además, estas tasas se enmarcan en los rangos históricos reportados por la **CONAFOR** en sus Monitoreos de Restauración Forestal y Reconversión Productiva de 2011 a 2017. Estos monitoreos documentan variaciones en las tasas de cobertura y supervivencia de diferentes estratos vegetales al final de cada ejercicio fiscal. No obstante, esto no implica que la vegetación recupere, en cinco años, la estructura y función inicial observadas en el escenario sin **CUSTF**. En cambio, estas

[redacted]
Ciudad de México, C.P. [redacted] Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

proyecciones apoyan la idea de restablecer la protección del suelo mediante la recuperación de la cobertura vegetal, centrándose en su capacidad funcional para mitigar la erosión y estabilizar el terreno. Los incrementos anuales propuestos del 15 % para el escenario de mitigación son viables, considerando los resultados históricos de **CONAFOR**. Asimismo, se destaca que las condiciones climáticas del ecosistema tropical favorecen la reforestación y reubicación, como se concluye en el informe de **CONAFOR** para 2017[3]:

"La evidencia estadística sugiere que a nivel nacional los mejores niveles de sobrevivencia se encontraron en plantaciones de ecosistema tropical, seguido de las establecidas en clima templado y, finalmente, en zonas áridas y semiáridas" (p. 120).

Para la estimación del valor de K en los años 1 al 5, se realizó una sencilla interpolación lineal de los valores de K donde se está "Desprovisto de vegetación" y el K con vegetación de selvas medianas con cobertura entre el 25 y 75 % (Miranda y Hernández, 1963), es decir entre el valor de 0.16 y 0.28. A partir de ello se calculó o extrapoló el valor que le correspondería a cada cobertura por año.

La meta establecida es que cuando menos el área de compensación alcance una cobertura igual o mayor al 75%, así como se encuentra actualmente el área de **CUSTF**. En la siguiente tabla, se presenta la tabla de interpolación de la estimación de valores de K en el escenario con medidas de mitigación, considerando coberturas estimadas graduales.

Tabla VI. 42 Valores de K y Ce, en los años 1 a 5

Escenario	Año	% Cobertura	K	Ce
1	Sin CUSTF	75	0.16	0.08
2	Con CUSTF	0	0.28	0.22
3	1	15	0.256	0.19
	2	30	0.232	0.17
	3	45	0.208	0.14
	4	60	0.184	0.11
	5	78	0.1552	0.08

Para realizar la estimación de la cantidad de agua que se infiltra en los polígonos donde se llevaran a cabo las actividades de compensación, se realizó el procedimiento respectivo de acuerdo con la metodología antes presentada, a partir de los valores obtenidos para cada parámetro según las condiciones observadas en campo para cada sitio.

[3] Monitoreo de Restauración forestal y reconversión productiva 2017

Sierra G[redacted] ditepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Tabla VI. 43 Volúmenes de escurrimiento e infiltración en los años 1 a 5

Pol	Cobertura	VOLEA (m^3) (año 1 al 5)					VOLPI (m^3) (año 1 al 5)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Cobertura no apreciable	9,966.38	8,546.71	7,127.05	5,707.38	4,003.78	3,375.02	4,794.69	6,214.36	7,634.02	9,337.62
1	Desprovisto de vegetación	21,994.65	18,861.61	15,728.57	12,595.53	8,835.88	7,448.29	10,581.33	13,714.37	16,847.41	20,607.06
2	Desprovisto de vegetación	9,357.26	8,024.36	6,691.46	5,358.56	3,759.08	3,168.75	4,501.65	5,834.55	7,167.45	8,766.93
3	Cobertura no apreciable	5,177.21	4,439.74	3,702.27	2,964.80	2,079.83	1,753.22	2,490.69	3,228.16	3,965.63	4,850.59
3	Desprovisto de vegetación	5,505.89	4,721.60	3,937.31	3,153.02	2,211.87	1,864.52	2,648.81	3,433.10	4,217.39	5,158.54
4	Cobertura no apreciable	5,763.20	4,942.26	4,121.31	3,300.37	2,315.24	1,951.65	2,772.60	3,593.54	4,414.48	5,399.61
4	Desprovisto de vegetación	11,777.00	10,099.42	8,421.84	6,744.26	4,731.16	3,988.17	5,665.75	7,343.34	9,020.92	11,034.01
Total CUSTF		**69,541.59**	**59,635.70**	**49,729.81**	**39,823.92**	**27,936.85**	**23,549.62**	**33,455.51**	**43,361.40**	**53,267.29**	**65,154.36**

Como se observa en la siguiente tabla, una vez que se realice la compensación en las áreas destinadas, el primer año se incrementará la infiltración a un volumen de 23,549.62 m^3, el segundo a 33,455.51 m^3 el tercero a 43,361.40 m^3, el cuarto a 53,267.29 m^3 y el quinto año a 65,154.36 m^3.

Tabla VI. 44 Volúmenes de escurrimiento e infiltración en los años 1 a 5

Escenario	Año	VOLEA (m^3)	VOLPI (m^3)	Volumen recuperado (m^3)	Volumen acumulado (m^3)
1	Sin CUSTF	29,469.8317	62,226.803	0	0
2	Con CUSTF	78,257.299	13,439.335	0	0
3	1	69,541.592	23,549.62	7,920.50	7,920.50
3	2	59,635.701	33,455.51	9,905.89	17,826.40
3	3	49,729.809	43,361.40	9,905.89	27,732.29
3	4	39,823.918	53,267.29	9,905.89	37,638.18

[redacted] Sierra G[redacted] ultepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Escenario	Año	VOLEA (m^3)	VOLPI (m^3)	Volumen recuperado (m^3)	Volumen acumulado (m^3)
3	5	27,936.848	65,154.36	11,887.07	49,525.25
Volumen acumulado recuperado en 5 años				**49,525.25**	
Volumen que mitigar				**48,787.468**	
Volumen adicional recuperado				**737.781**	

De esta forma, con lo anterior se estarán infiltrando en lo general durante estos cinco años un total de **49,525.25 m^3** dentro de del área de compensación ambiental. Por lo cual se estaría demostrando el precepto normativo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que indica que no se deberá disminuir la captación de agua o infiltración dentro de la cuenca.

Con estos resultados se demuestra que la afectación al recurso agua será temporal y se ajustará únicamente al área de **CUSTF**, no se omite señalar que el **Proyecto** no conlleva el sellamiento del suelo por lo que el área sujeta a **CUSTF** seguirá infiltrando el volumen precipitado, con lo que se cumple con los preceptos de excepcionalidad del Artículo 93 de la LGDFS que dice:

El deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Conclusión

Derivado del análisis realizado entre la estimación económica de los recursos biológicos y forestales (recursos maderables y no maderables), así como de los servicios ambientales que presta la superficie que se solicita para **CUSTF**, y los beneficios económicos que se podrán obtener con la implementación del **Proyecto**, se concluye que los beneficios económicos a obtener a largo plazo por el desarrollo del **Proyecto** son mayores a los beneficios que se podrían obtener de los recursos biológicos forestales y servicios ambientales que presta la superficie que se solicita para **CUSTF**. Por lo tanto, el nuevo uso propuesto es más productivo económicamente a largo plazo que el uso actual.

Justificación social

La mayoría de las justificaciones sociales son cualitativas y es difícil separar la justificación social de un **Proyecto** de la justificación económica. De cualquier forma, a continuación, se presentan los principales beneficios sociales que se obtendrán con el **Proyecto**:

Las actividades agropecuarias en la zona se han hecho cada vez menos rentables debido a la falta de asistencia técnica y financiera, salinización del suelo y dificultades para la comercialización de productos, por lo que estas actividades se han ido abandonando paulatinamente.

[redacted]
Sierra G[redacted]ultepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Desde el punto de vista socioeconómico, actualmente existe un importante incremento en la necesidad de recurso eléctrico de la región que a la vez conlleva a la necesidad de aumentar los servicios de infraestructura que fortalezca el desarrollo económico de la región.

El personal que sea requerido para cada una de las etapas del **Proyecto** será contratado principalmente en los municipios cercanos al área del **Proyecto**, lo que propiciará un incremento económico de la región.

Con base en el análisis y considerando el costo ambiental del **Proyecto** contra los beneficios potenciales, se puede deducir que la magnitud de los daños que se pudieran generar con el desarrollo del **Proyecto** no rebasa a los beneficios esperados. También hay que considerar que dichas afectaciones serán minimizadas y amortiguadas a través de las medidas de mitigación y compensación propuestas.

Con todos los elementos presentados a lo largo del capítulo, se concluye que el desarrollo del **Proyecto** junto con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación, mantendrán la biodiversidad del SAR, además de mitigar la pérdida de suelo, y la disminución en la captación de agua y en la captura de carbono derivadas de la remoción de vegetación. Además, de acuerdo con la justificación económica y social presentada, se determina que el área del **Proyecto** es más redituable con la ejecución del **Proyecto** que como se encuentra actualmente.

[redacted]
Sierra G[redacted] ditepec
Ciudad de México, C.P. 11000 Teléfono: 55 7155 1495 / 55 7258 2742 bmasf.mx

Documento Técnico Unificado (DTU)
Modalidad B - Regional

PROYECTO:

“LÍNEA DE TRANSMISIÓN NORTE LA ALEGRÍA SOLAR”

PROMOVENTE:

“SUNSTONE POWER 2, S. DE R.L. DE C.V.”

Sunstone Power

CAPÍTULO VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

PREPARADO PARA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Escárcega, Campeche

Enero, 2026

TABLA DE CONTENIDO

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 4

VII.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 4
VII.2. IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS 5
VII.3. PROCESO PARA MEJORAR Y ADOPTAR MEDIDAS 9
VII.3.1. Clasificación de las medidas de mitigación 9
VII.4. Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación 12
VII.4.1. Selección de las medidas de prevención y/o compensación. 13
VII.5. DISEÑO E INTEGRACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS. 29
VII.5.1. Descripción de las estrategias o sistema de medidas de prevención y mitigación 29
VII.6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) 39
VII.6.1. Objetivo general 39
VII.6.1.1. Objetivos específicos 40
VII.6.2. Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental o Programa de Manejo Ambiental 40
VII.6.2.3. Responsables de la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental o Programa de Manejo Ambiental 41
VII.6.2.4. Seguimiento y control de la aplicación del PVA 43
VII.6.2.4.1. Reportes de seguimiento 44
VII.6.2.4.2. Cronograma de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación del proyecto. 45
VII.6.3. Acciones que integran el PVA 49
VII.7. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS Y FIANZAS 68
VII.7.1. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DE CAMBIO DE USO DE SUELO 69
VII.7.2. EVALUACIÓN PRELIMINAR (SELECCIÓN DEL SITIO) 70
VII.7.2.1. OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS 70
VII.7.2.2. REFORESTACIÓN 71
VII.7.2.3. MANTENIMIENTO 72
VII.7.2.4. Protección 73
VII.7.2.5. Asistencia técnica 74
VII.7.3. Costo total estimado de las actividades de mitigación y compensación por el cambio de uso de suelo propuesto 74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1. Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental. 44
Figura VII.2. Diseños a tres bolillos. 63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1. Impactos ambientales descritos en el Capítulo V. 5

Tabla V.2. Medidas de mitigación seleccionadas para el Proyecto. 13
Tabla V.3. Medidas de mitigación seleccionadas particularmente para la fauna voladora del Proyecto. 15
Tabla V.4. Medidas de mitigación seleccionadas particularmente para la flora y la fauna del Proyecto..... 15
Tabla VI.5. Tabla de medidas resultante. 16
Tabla VII.6. Descripción de la línea Estratégica de prevención y mitigación del componente ATMOSFÉRICO". 30
Tabla VII.7. Descripción de la línea estratégica de prevención y mitigación del componente HÍDRICO". 32
Tabla VII.8. Descripción de la línea estratégica "Mitigación del componente EDÁFICO". 33
Tabla VII.9. Descripción de la línea estratégica "Conservación de los componentes de la BIODIVERSIDAD" 35
Tabla VII.10. Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones PAISAJÍSTICAS" 36
Tabla VII.11. Relación de los programas y acciones específicas planteadas, sus indicadores de éxito y resultados esperados..... 37
Tabla VII.12. Medidas de control, prevención, mitigación y compensación, Programas y acciones específicas del PVA en cada una de las etapas del Proyecto. 46
Tabla VII.14. Indicadores de evaluación del Programa de Rescate y Reubicación de flora. 50
Tabla VII.14 Indicadores de evaluación de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna. 51
Tabla VII.15. Indicadores de evaluación de Programa de Manejo Integral de Residuos 53
Tabla VII.16. Indicadores de evaluación de las acciones de educación ambiental..... 55
Tabla VII.17. Cronograma de acciones para la Revegetación. 57
Tabla VII.18 Indicadores de Eficacia para la Revegetación 57
Tabla VII.19. Indicadores de evaluación de las acciones de conservación de suelos. 58
Tabla VII.20. Cronograma de actividades para la restauración y reforestación. 66
Tabla VII.21. Indicadores de Eficacia..... 66

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VII.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Las medidas ambientales de manejo, que **son** aquellas que pueden aplicarse durante las diversas etapas que comprende un **Proyecto** (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono) y que tienen por objeto prevenir, atenuar o compensar los efectos negativos ocasionados al medio. Estas acciones de acuerdo con su carácter e importancia en la aplicación, así como a la relación con el impacto, se clasifican según Weitzenfeld (1996) en:

- **Preventiva (P)**: conjunto de actividades o disposiciones anticipadas, para suprimir o eliminar los impactos negativos que pudieran causarse hacía un determinado recurso o atributo ambiental.
- **Mitigación (M):** conjunto de acciones propuestas para reducir o atenuar los impactos ambientales negativos.
- **Compensación (C)**: conjunto de acciones que compensan los impactos ambientales negativos, de ser posible con medidas de restauración o con acciones de la misma naturaleza (reforestación, creación de zonas verdes, compensaciones por contaminación, etc.).

Las acciones que en su conjunto se denominan medidas ambientales de manejo, son aquellas que pueden aplicarse para reducir los impactos negativos ocasionados al medio o a las condiciones ambientales. Se espera que estas medidas logren por lo menos alguno de los siguientes puntos:

- Evitar el impacto por completo al no realizar cierta actividad o reducir parcialmente la misma.
- Reducir el impacto limitando el grado o magnitud de la(s) actividad(es) y su realización (para lograrlo se sugiere la implementación de medidas preventivas).
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el medio afectado (para ello se implementan medidas de mitigación).
- Reducir o eliminar el impacto tras un periodo de tiempo mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida del **Proyecto** (al igual que en el punto anterior se sugieren las medidas de mitigación, así como de restauración).
- Compensar el impacto al remplazar o proporcionar recursos o ambientes sustitutos (en este caso se maneja por medio de medidas compensatorias).

Cabe aclarar que en la implementación de estas medidas se debe procurar el orden antes descrito (Canter, 1999). De esta forma se pretende asegurar la mínima afectación posible por las acciones del **Proyecto**, dando preferencia a evitar el impacto, sobre su reducción, rectificación y compensación.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación son acciones de control ambiental que tienen la finalidad de reducir al mínimo los efectos negativos al ambiente y permitir la conservación de los componentes del medio natural para dar continuidad a la integridad del **SAR**.

Estas medidas se agrupan a través de **Programas específicos** que se integran al Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**) o Programa de Manejo Ambiental (**PMA**)[1], para un mejor sistema de supervisión, monitoreo y vigilancia de los impactos ambientales adversos del **Proyecto.**

El área del **Proyecto** es una zona heterogénea que, debido a la extensión del **Proyecto**, presenta varios tipos de uso de suelo y vegetación. Sin embargo, de acuerdo con lo descrito en el **Capítulo IV** del presente **DTU**, gran parte de la superficie a afectar refiere a una zona agropecuaria donde se llevan a cabo actividades agrícolas y ganaderas. Sin embargo, existe una porción que presenta vegetación forestal, en donde se llevará a cabo el cambio de uso de suelo, en una superficie de13.021 ha de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, asimismo, se ubicaron especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que las medidas propuestas en este estudio son de mitigación y compensación (por ejemplo, Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna y Programa de Reforestación y restauración).

VII.2. Impactos ambientales identificados

Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales realizada en el Capítulo V del presente **DTU**, se pronostica la posible ocurrencia de 15 impactos ambientales, de los cuales 14 se reconocen como impactos negativos y 1 se considera como impacto ambiental positivo.

Tabla VI.1. Impactos ambientales descritos en el Capítulo V.

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
Suelo	Características biológicas, físicas y químicas	**SUE1**	**Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo** (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia, pérdida de su permeabilidad), por el desmonte y despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones de las estructuras para la LTE del **Proyecto**.
	Procesos Erosivos	**SUE2**	**Incremento de la erosión y pérdida de suelo**, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del **Proyecto**, modificando el relieve del sitio, así como por la remoción de la vegetación en una superficie de 13.021 ha de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.
Aire	Calidad del aire	**AIR1**	**Afectación de la calidad del aire** por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y

[1] El nombre del Programa puede mencionarse como Programa de Vigilancia Ambiental o Programa de Manejo Ambiental, tal y como se establece en la Guía para el DTU modalidad B Regional.

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
			equipos durante todas las etapas del **Proyecto**, así como por la generación de polvos.
	Nivel de ruido	**AIR2**	**Modificación del nivel sonoro** por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del **Proyecto**.
Hidrología superficial	Características biológicas, físicas y químicas	**HSUP1**	**Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial**, por un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**; también se puede afectar por los procesos erosivos del suelo y que deriven en las áreas de agua superficial.
	Modificación de escurrimientos superficiales	**HSUP2**	**Modificación de escurrimientos superficiales**, por la posible afectación de los patrones de escorrentías superficiales debido a la instalación de infraestructura del **Proyecto** y por las actividades de excavación, movimientos de tierra y relleno.
Hidrología subterránea	Calidad del agua subterránea	**HSUB1**	**Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea** por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del **Proyecto**.
	Infiltración	**HSUB2**	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha.
Flora	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	**FLO1**	**Afectación a la riqueza y abundancia de poblaciones de especies de flora silvestre**, debido a las acciones de desmonte, desplante y limpieza de las áreas del **Proyecto** con la afectación directa de la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de remoción de la vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y como especies más importantes dentro del área del **Proyecto**, tales como *Bursera simaruba*, *Pisonia aculeata, Ayenia fasciculata, Sabal mexicana*, y *Bromelia pinguin*. Así como las especies endémicas y nativas más relevantes *Randia longiloba, Randia truncata, Eumachia microdon Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana.*

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
	Cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales	**FLO2**	**Disminución de la cobertura vegetal forestal y sus servicios ambientales**, debido a la remoción directa de la vegetación forestal en el **AP** en una superficie de 13.021 ha de vegetación tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, aunado a la pérdida de los principales servicios ambientales que brinda dicha cobertura vegetal como lo son la captación de CO_2, generación de oxígeno, captación y filtración de agua, protección de la biodiversidad, retención de suelo; refugio de fauna silvestre, alimento de la fauna, corredores biológicos, aunado a la pérdida de la conectividad, de los flujos de dispersión de las especies, la diversidad genética (banco de semillas), belleza escénica, entre otros. Asimismo, con dicha remoción de la cobertura vegetal se incrementará la fragmentación del ecosistema, se agudizará el efecto borde, se liberará el carbono almacenado en la vegetación forestal lo que contribuye al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera, y se podría incrementar la presencia de especies exóticas**.**
Fauna	Riqueza y abundancia de poblaciones de especies silvestres	**FAU1**	**Afectación a la abundancia y/o riqueza de fauna en el AP o AI** en particular de las especies tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Passerina cyanea* (Colorín azul), *Stelgidopteryx serripennis ssp. ridgwayi* (Golondrina yucateca). Para el caso de los mamíferos se tiene las siguientes especies más abundantes *Sylvilagus yucatanicus* (Conejo Yucateco), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Heterogeomys hispidu* (Tuza crespa). En el caso de la herpetofauna las especies más abundantes fueron *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Basiliscus vittatus* (Toloque rayado). Finalmente, para el grupo de los quirópteros las más abundantes son *Artibeus jamaicensis* (Murciélago fructivoro de Jamaica) y *Carollia perspicillata* (Murciélago de cola corta de Sebas), por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del **Proyecto**. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad.

Indicador ambiental	Indicador ambiental	Clave	Descripción
	Hábitat con los servicios ambientales que brinda a las especies fauna	**FAU2**	**Afectación al hábitat y los servicios ambientales que brinda a las especies de fauna**, generado por varias acciones del Proyecto, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en una superficie de 13.021 ha, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado, perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (AP) que la fauna utiliza para su desplazamiento, incremento de especies exóticas, alteración del comportamiento de especies.
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	**FAU3**	**Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas**, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, tales como *Amazona albifrons* (Loro frente blanca), *Eupsittula nana* (Perico pecho sucio), *Polioptila bilineata* (Perlita cejiancha), en la categoría de protección especial y para el caso de la especie *Astur bicolor* (Gavilan bicolor) en la categoría de Amenazada. Para el caso del grupo de los mamíferos se registró la especie *Coendou mexicanus* (Puercoespín tropical) en la categoría de Amenazada. En el caso de la herpetofauna se registró la presencia de dos especies en la norma *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa) y *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas) ambas en la categoría de Amenazadas, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la electrocución, asimismo por la afectación al desplazamiento de la fauna silvestre nativa, y finalmente por la posible migración de especies.
Paisaje	Calidad paisajística	**PAI1**	**Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI**, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del **Proyecto** y finalmente por la presencia del proyecto en la región**.**
Social	Fuentes de empleo	**SOC1**	**Generación de fuentes de empleo*** Todas las actividades del **Proyecto** implican la generación de empleos temporales o permanentes.

*impactos positivos

En el presente Capítulo se retoma esta relación de impactos, a partir de la cual se llevará a cabo el proceso de selección de medidas y/o acciones, y la elaboración de las estrategias que atiendan en su totalidad a los impactos de carácter negativo y así asegurar la sostenibilidad del **Proyecto**. El esfuerzo se centra sobre los **14 impactos negativos** que fueron identificados.

VII.3. Proceso para mejorar y adoptar medidas

La selección de las medidas ambientales que integrarán las estrategias a aplicar para el presente **Proyecto** se basó en un proceso de búsqueda de acciones que puedan prevenir, mitigar o compensar los distintos impactos ambientales, mediante la evaluación de su viabilidad, para lograrlo es necesario realizar las siguientes acciones:

- *Identificación de ideas/acciones*: a partir de la relación de impactos destacables que se identificaron en el Capítulo V del presente **DTU**, se realizó una consulta a los expertos que participaron en el desarrollo de los distintos estudios que integraron el **DTU**, para elaborar un conjunto de posibles acciones para prevenir, anular, revertir, mitigar o compensar los impactos ambientales, generando posibles listados cuyo análisis y valoración se detalla en los siguientes párrafos.
- *Depuración:* Se evaluaron y analizaron cada una de las propuestas, para identificar cuál de las posibilidades resulta más viable, mediante los criterios de eficiencia, viabilidad técnica y viabilidad económica.
- *Selección:* a partir de la depuración se identificaron y seleccionaron las medidas que satisficieron los tres criterios de valoración aplicados.
- *Integración:* las medidas de mitigación que van dirigidas a un mismo elemento del **Proyecto** o a un factor ambiental se agruparon en estrategias que aseguren la viabilidad ambiental del **Proyecto**.
- *Descripción:* se realizó una descripción detallada de cada una de las estrategias adoptadas y se establecieron lineamientos para definir su orientación, momento de aplicación y su ámbito entre otras cosas.

Ya establecidas las estrategias con cada una de sus medidas o acciones, se prosiguió a la formulación e integración de un Programa de Vigilancia Ambiental.

VII.3.1. Clasificación de las medidas de mitigación

Por sus características, las medidas de mitigación que se propondrán en este capítulo pueden clasificarse según su orientación, según su carácter, según la fase de desarrollo del **Proyecto**, de acuerdo con el número de impactos que atenderá, según el signo del impacto, según el tipo y gravedad del impacto. Tal como se detalla a continuación:

a) De acuerdo con su orientación: En general las medidas se orientan a los tipos de impacto básicos que generará el **Proyecto**, por lo que habrá medidas para:

- *Minimizar los insumos / influentes.*

- *Minimizar los efluentes:* con medidas como: evitar, reciclar, recuperar, reutilizar y, solo si lo anterior no es posible, se toma la medida de *tratar los efluentes*, al final para evitar problemas ambientales.

Para lograr cumplir con ambos objetivos existen tres opciones:

- *Modificar los procesos operativos*: ahorrar materias primas, agua y energía, así como reducir la cantidad de efluentes y mejorar su calidad.
- *Optimizar los procedimientos de operación y mantenimiento:* modificaciones en la organización y en las formas de operar; se trata de medidas rápidas, sencillas y de implantación poco costosas, por ejemplo, control de inventarios, mejora del transporte, optimización del almacenamiento y manipulación de materiales y trabajos de mantenimiento.
- *Cambiar la localización del* ***Proyecto*** *o de alguno de sus elementos*. En ocasiones la prevención del impacto requiere un cambio del emplazamiento de algunos componentes del **Proyecto**, de alguno de sus elementos o de los lugares de aprovisionamiento o de vertido.

Las primeras dos opciones se dirigen a los impactos de sobreexplotación y contaminación, mientras que la tercera está dirigida a los impactos significativos de ocupación.

b) Según su carácter

- *Protectoras,* son medidas que tienen la finalidad de proteger ecosistemas, paisajes o elementos valiosos evitando los impactos que puedan afectarles y actuando, fundamentalmente, sobre la localización de la obra o de sus partes; así, por ejemplo, se protege un ecosistema valioso afectado por el paso del vial interno, desplazando su trazado; pero también puede protegerse por cambios en la tecnología, en el tamaño, en el calendario de construcción o de operación, en el diseño, en los materiales de construcción o en las materias primas para la operación, en la mano de obra, etc.
- *Correctoras,* corrigen el **Proyecto** para conseguir una mejor integración ambiental; para ello modifican el proceso productivo, introducen elementos no previstos: reducción de velocidad de los vehículos, normas de seguridad para reducir el riesgo de accidentes, actúan sobre la distribución de los elementos del **Proyecto**: disposición de residuos resguardados de los vientos para evitar arrastres eólicos, a sotavento de la dirección dominante de los vientos, por ejemplo.
- *Curativas,* prevén la intervención sobre ciertos impactos una vez producidos, por ejemplo, recuperación de suelos contaminados, tratamientos de áreas afectadas, etc.
- *Potenciativas,* favorecen los procesos naturales de regeneración: por ejemplo, tratamientos fortalecedores de la vegetación, etc.
- *Compensatorias,* se refieren, propiamente, a los impactos negativos residuales los cuales no admiten una corrección, de tal manera que sólo pueden ser compensados por otros efectos de signo positivo. Estos pueden ser de la misma naturaleza que el

impacto que se compensa, por ejemplo, plantar en otro lugar las especies vegetales destruidas, o completamente distintos: compensar económicamente a las personas afectadas por el **Proyecto**.

c) Según las fases de desarrollo del **Proyecto**:

Las medidas pueden aplicarse en las distintas etapas de los estudios previos, anteproyecto y **Proyecto**, así como durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre y abandono. Algunas medidas serán presupuestables, en cuyo caso deben integrarse en el seno del **Proyecto** con sus correspondientes partidas presupuestarias a través del Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**).

Es importante señalar que la eficiencia de las medidas es mejor si se aplican durante las etapas tempranas del desarrollo, logrando así el evitar que se presenten importantes impactos secundarios, resultando así más eficaces. Por lo que lo más conveniente es realizarlas, en la medida de lo posible, al mismo tiempo que la obra sustantiva.

d) En cuanto al número de factores o impactos a que se dirigen:

- *Monovalentes o específicas:* están dirigidas a un solo impacto, caso poco frecuente dada la condición de sistema del **Proyecto**, del entorno y de la conjunción de ambos.
- *Polivalentes o que atienden a varios impactos a la vez:* esto es lo más común ya que corresponde al carácter interactuante de los factores ambientales. Las medidas protectoras y conservadoras del suelo protegen también la vegetación, la hidrología, la fauna y el paisaje; la revegetación tiene efectos sobre el ruido, la erosión, el suelo, el paisaje, la fauna, la hidrología, etc.
- *Sinérgicas:* se trata de cuando la acción combinada de varias medidas supera la suma de los efectos de cada una de ellas actuando aisladamente.

e) Atendiendo al signo del impacto:

- Dirigidas a *prevenir* o corregir los impactos negativos del **Proyecto**, en los párrafos anteriores.
- Dirigidas a *mejorar* los efectos positivos o introducirlos cuando no los haya: por ejemplo, aprovechar una medida anti-ruido para mejorar la situación preexistente, etc.
- Dirigidas a *aprovechar* mejor las oportunidades que ofrece el medio para el funcionamiento del **Proyecto**.

f) Según el tipo y gravedad del impacto:

- *Obligatorias,* medidas que se aplican a impactos corregibles y ambientalmente inadmisibles.
- *Convenientes,* corresponden a impactos corregibles y ambientalmente admisibles.
- *"Enmiendas a la totalidad"*, se dirigen a los impactos ambientalmente inadmisibles, sin posibilidad de corregirlos, de modificarlos o de evitarlos, por lo que exigen una modificación en profundidad de todo él, derivándolo hacia otras alternativas.

g) En cuanto a su ámbito:

- *Generales*: estas medidas se refieren al conjunto del espacio afectado y de las acciones de la obra, impactos genéricos, como la retirada y conservación de tierras vegetales, la revegetación, la construcción cuidadosa y limpia, etc.
- *Particulares:* se dirigen a impactos específicos en lugares concretos.

h) Atendiendo al objeto:

Estas medidas se enfocan a adoptar el punto de vista del usuario del **Proyecto**, evaluando los factores perjudiciales y potencializando los benéficos, mejorando las condiciones de seguridad, comodidad de funcionamiento, reducción de riesgos naturales, etc.

De acuerdo con lo anterior y con lo que dispone el Reglamento de la **LGEEPA** en materia de **EIA** (**REIA**), así como lo establecido en la GUIA para el desarrollo de Documentos Técnicos Unificados modalidad B Regional, a lo largo de este capítulo se presenta y describe el proceso de identificación, diseño y definición de las estrategias y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, identificados en el **Capítulo V** del presente **DTU**. Cabe mencionar, que para llevar a cabo el diseño de las mismas se consideró la información descrita en el **Capítulo II**, la cual se refiere a la naturaleza del **Proyecto** y de este modo se identificaron las acciones que pudieran generar impactos ambientales sobre algún factor o subfactor ambiental en particular. De igual modo se consideró la caracterización y el diagnóstico de cada uno de los factores del ambiente identificados en el **Capítulo IV.**

Las medidas o acciones que se identifican en el presente Capítulo se pueden clasificar en medidas preventivas o de mitigación de acuerdo con su importancia en la prevención y mitigación de los impactos ambientales, que de acuerdo con el artículo 3° del **REIA** se definen del siguiente modo:

- *Medidas Preventivas:* son las acciones que el promovente debe ejecutar para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- *Medidas de Mitigación*: conjunto de acciones que debe llevar a cabo el promovente para atenuar los impactos y lograr el 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.

VII.4. Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación

Durante la identificación y selección de las medidas se consideraron los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica
  - Las medidas que se seleccionaron deben estar justificadas técnicamente y tener coherencia con los procesos constructivos, productivos del **Proyecto**, con el requerimiento de superficie, características de funcionamiento, necesidad de mantenimiento, implicaciones legales y administrativas, entre otras.
- Eficacia y eficiencia ambiental

- Se evalúa la capacidad que tiene la medida para abarcar y lograr los objetivos planteados que se pretenden, incluye el impacto residual y el de la propia medida; en tanto la eficiencia se refiere a la relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.

- Viabilidad económica y financiera
  - La viabilidad económica se refiere a la relación entre costos y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia entre el costo de la medida y las posibilidades presupuestarias del promotor.
- Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control
  - En la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar para garantizar su ejecución.

Los criterios anteriormente descritos resultaron fundamentales para la selección de las medidas de mitigación, de las que fueron propuestas por los diferentes profesionales que participaron en el estudio.

VII.4.1. Selección de las medidas de prevención y/o compensación.

Como parte de la selección de medidas que podrían derivar de cada uno de los impactos negativos con potencial manifestación en el **SAR** e identificados en el Capítulo V del presente **DTU** (Tabla VII.1), se aplicó un análisis de selección basado en los criterios descritos en la sección anterior.

La relación de impactos permitió la identificación de un conjunto de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, sin más límite que la lógica de cada planteamiento.

Posteriormente, en conjunto con los especialistas que participaron en todas las actividades técnicas del presente **DTU**, se llevó a cabo el análisis para identificar aquellas medidas y/o acciones específicas que fueran viables. El grupo fue analizando cada impacto y discutiendo las posibilidades de reconocimiento de medidas que ayudarán a prevenir, mitigar y/o compensar el efecto negativo o potencializar el efecto positivo de cada impacto, mismas que se nominaron como "medidas particulares".

Así, se integraron las medidas posibles de aplicar y, en consecuencia, se desecharon aquellas otras que evidenciaron incongruencia o falta de vinculación con el impacto que se pretendía enfrentar.

Tabla V.2. Medidas de mitigación seleccionadas para el Proyecto.

Clave	Medida
M1	Se implementarán acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo.
M2	Se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.
M3	Se deberá mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.

Clave	Medida
M4	Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos.
M5	Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.
M6	Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.
M7	Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles.
M8	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en donde sea posible.
M9	Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre.
M10	Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre.
M11	Se aplicarán un **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
M12	El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**.
M13	El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina.
M14	El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento.
M15	Se aplicarán un **Programa de rescate y reubicación de flora**
M16	Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa
M17	Se implementarán un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región.
M18	En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada.
M19	El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal.
M20	Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado.

Clave	Medida
M21	Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera. El manejo de materiales con riego puede reducir hasta en un 50% la emisión de partículas.
M22	Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.
M23	Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.
M24	Se aplicará un **Programa de Educación Ambiental.**
M25	Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan.
M26	Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre.
M27	Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.

Con el objetivo de compatibilizar adecuadamente el desarrollo del **Proyecto** con la conservación del medio natural y su biodiversidad, y sin menoscabo de las consideraciones incluidas anteriormente en este documento, se recomienda considerar la adopción de las siguientes medidas preventivas y correctoras para evitar o minimizar los efectos negativos por el desarrollo del **Proyecto**, particularmente de la fauna voladora:

Tabla V.3. Medidas de mitigación seleccionadas particularmente para la fauna voladora del Proyecto.

Clave	Medida
M28	Se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas.
M29	La colocación de antiperchas, ya que este tipo de accesorios es recomendable para evitar la percha de aves.

Aunado a lo anterior, y con el objetivo de proteger a la fauna presente en el **AP** y **AI**:

Tabla V.4. Medidas de mitigación seleccionadas particularmente para la flora y la fauna del Proyecto.

Clave	Medida
M30	Se aplicará un **Programa antielectrocución de fauna voladora**
M31	Se aplicará un **Programa de revegetación** con el objetivo de desarrollar la revegetación en las áreas donde sea factible con especies herbáceas y arbustivas nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto**.

De las medidas anteriormente señaladas, fueron establecidas para su aplicación de manera transversal en cada uno de los factores ambientales y del impacto ambiental generado, tal y como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla VI.5. Tabla de medidas resultante.

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
Aire	**AIR1.** Afectación de la calidad del aire	Impacto que puede presentarse por la generación de gases contaminantes por el empleo de vehículos y equipos que usen combustibles fósiles; por la dispersión de polvos debido al movimiento de tierras y tránsito de maquinaria y vehículos.	**M1**: Se implementarán acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo. **M2**: Se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M3**: Se deberá mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **M4:** Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos. **M16:** Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa. **M21:** Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera. El manejo de materiales con riego puede reducir hasta en un 50% la emisión de partículas.
	AIR2.Incremento del nivel sonoro	Incremento de los niveles de ruido debido al empleo de maquinaria y equipo para la ejecución de la preparación del sitio, construcción, mantenimientos y desmantelamiento.	**M1:** Se implementarán acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo. **M2:** Se deberá realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M4:** Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos.

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			M5: Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001. **M22:** Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.
Suelo	**SUE1.** Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo	Disminución de la calidad del suelo por contaminación en caso de derrame accidental de sustancias oleosas o hidrocarburos de los vehículos y maquinaria, y por la inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como modificaciones de sus propiedades biológicas y fisicoquímicas por remoción de suelo y compactación.	**M1:** Se implementarán acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo. **M2:** Se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M3:** Se deberá mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **M6:** Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **M7:** Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. **M16**: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa. **M17:** Se implementarán un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región. **M19**: El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal **M20:** Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado. **M23**: Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos. **M27:** Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.
	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	Incremento de la erosión debido a la remoción de la vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, así como pérdida de suelo por la realización de excavaciones.	**M1:** Se implementarán acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo. **M2:** Se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M3:** Se deberá mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **M6:** Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **M7:** Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. **M16**: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa. **M17**: Se implementarán un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región. **M19**: El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal **M20:** Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado. **M23**: Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos. **M27:** Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin. **M31:** Se aplicará un **Programa de revegetación** con el objetivo de desarrollar la revegetación en las áreas donde sea factible con especies herbáceas y arbustivas nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto**.
Hidrología subterránea	**HSUB1.** Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea	Impacto que podría presentarse como consecuencia de un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**, y que pudieran infiltrarse.	**M1:** Se implementarán acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo. **M6** Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **M7:** Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. **M8:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. **M20** Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado. **M23**: Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos. **M27:** Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.
	HSUB2. Disminución de la infiltración	Disminución de la infiltración de agua hacia los acuíferos por remoción de una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.	**M8:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. **M13:** El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina. **M17:** Se implementarán un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región. **M19:** El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del Proyecto y el desmonte donde se registre vegetación forestal. **M24:** Se aplicará un **Programa de Educación Ambiental.** **M27:** Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin. **M31:** Se aplicará un **Programa de revegetación** con el objetivo de desarrollar la revegetación, en las áreas donde sea factible con especies herbáceas y arbustivas nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto**.
Flora	**FLO1.** Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	Impacto que se generará debido a las acciones de remoción de una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.	**M6:** Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **M7:** Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. **M8:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. **M9:** Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. **M13**: El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina. **M14:** El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento **M15**: Se aplicarán un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**.

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			M16: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa. **M17**: Se implementarán un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región. **M19:** El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del Proyecto y el desmonte donde se registre vegetación forestal. **M23** Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos. **M24:** Se aplicará un **Programa de Educación Ambiental**. **M25** Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan. **M26**: Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre. **M27:** Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin. **M31:** Se aplicará un **Programa de revegetación** con el objetivo de desarrollar la revegetación en las áreas donde sea factible con especies herbáceas y arbustivas nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto**.
	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	Impacto que se presentará debido a la remoción de una superficie de 13.021 ha de vegetación	**M6:** Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
		secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.	**M7:** Se realizarán Acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. **M8:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. **M9:** Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. **M13**: El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina. **M14:** El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento **M15**: Se aplicarán un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**. **M16**: Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa **M17**: Se implementarán un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región. **M19:** El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal. **M23** Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos. **M24:** Se aplicará un **Programa de Educación Ambiental.** **M25** Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan. **M26**: Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre. **M27:** Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin. **M31:** Se aplicará un **Programa de revegetación** con el objetivo de desarrollar la revegetación, en las áreas donde sea factible con especies herbáceas y arbustivas nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto**.
Fauna	**FAU1.** Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	Impacto que se presentará en el área del **Proyecto** por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, equipos y personal; así como en caso de mortandad o daño accidental de los individuos, ya sea por parte del personal, por colisiones, uso de maquinaria y vehículos.	**M6:** Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **M7:** Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. **M8:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. **M10:** Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre. **M11:** Se aplicarán un **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. **M12:** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. **M13:** El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina. **M14** El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento. **M15** Se aplicarán un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**.

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			M16 Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa. **M17:** Se implementarán un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región. **M18:** En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada. **M23:** Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos. **M24:** Se aplicará un **Programa de Educación Ambiental**. **M25:** Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan **M26:** Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre. **M28:** Se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas. **M29:** La colocación de antiperchas, ya que este tipo de accesorios es recomendable para evitar la percha de aves. **M30:** Se aplicará un **Programa antielectrocución de fauna voladora.**

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	Impacto generado por la remoción de una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia en el **AP**.	**M6:** Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **M7:** Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. **M8:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en donde sea posible **M10:** Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre. **M11:** Se aplicarán un **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. **M12:** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**. **M13:** El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina. **M14** El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento. **M15** Se aplicarán un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**. **M16** Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa. **M17** Se implementarán un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región. **M18** En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada **M23** Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio,

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos. **M24**. Se aplicará un **Programa de Educación Ambiental**. **M25** Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan **M26**: Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre. **M28**: Se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas. **M29:** La colocación de antiperchas, ya que este tipo de accesorios es recomendable para evitar la percha de aves.
	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas	Se presentará en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos.	**M6:** Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **M7:** Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. **M8:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en donde sea posible **M10:** Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre. **M11:** Se aplicarán un **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación** de Fauna, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. **M12:** El rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**.

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			M13: El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina. **M14:** El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento. **M15:** Se aplicarán un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**. **M16:** Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa. **M17:** Se implementarán un **Programa de restauración y reforestación** con especies nativas de la región. **M18** En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada. **M23** Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos. **M24**. Se aplicará un **Programa de Educación Ambiental**. **M25** Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan **M26**: Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre. **M28**: Se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas. **M29:** La colocación de antiperchas, ya que este tipo de accesorios es recomendable para evitar la percha de aves.

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			M30: Se aplicará un **Programa antielectrocución de fauna voladora.**
Paisaje	**PAI1.** Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**	Impacto que se presentará a causa de la remoción de la vegetación, la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, la inserción de las instalaciones superficiales del **Proyecto**.	**M3:** Mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura. **M4:** Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos. **M6:** Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. **M7:** Acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. **M8**: Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. **M13:** El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina. **M14:** El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento. **M15:** Se aplicarán un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora.** **M17:** Se implementarán un **Programa de restauración y reforestación** con especies nativas de la región **M19:** El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal **M23:** Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos. **M24** Se aplicará un Programa de Educación Ambiental. **M26** Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre **M27:** Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin. **M31:** Se aplicará un **Programa de revegetación** con el objetivo de desarrollar en las áreas donde sea factible con especies herbáceas y arbustivas nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto**.

VII.5. Diseño e integración de las estrategias.

Una vez concluido el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones aplicables al **Proyecto**, éstas se agruparon de acuerdo con los componentes en los que inciden los posibles impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado grandes estrategias[2] que agrupan las medidas de prevención y mitigación, las cuales son:

1. Estrategia de prevención y mitigación del componente ATMOSFÉRICO;
2. Estrategia de prevención y mitigación del componente HÍDRICO;
3. Estrategia de prevención y mitigación del componente EDÁFICO;
4. Estrategia de prevención y mitigación de la BIODIVERSIDAD;
5. Estrategia de prevención y mitigación de las condiciones PAISAJÍSTICAS.

VII.5.1. Descripción de las estrategias o sistema de medidas de prevención y mitigación

Al concluir el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones aplicables al **Proyecto**, éstas se agruparon de acuerdo con lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias que agrupan las medidas de mitigación.

Basándose en este ejercicio, se describen a continuación las estrategias de mitigación que se aplicarán para atenuar, disminuir o mitigar el efecto de los impactos ambientales negativos.

La descripción que se presenta sigue un esquema en el cual los impactos se agrupan por la incidencia hacia determinado factor y subfactor del ambiente y por la etapa del **Proyecto** en la cual

[2] Serie de acciones previamente analizadas, encaminadas hacia un fin determinado. RAE: Es un concepto regulable, conjunto de las reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento.

se prevé pudieran registrarse los impactos destacables. En cada estrategia se incluyen las medidas orientadas a atender los impactos correspondientes.

De igual forma se citan los diferentes impactos que las diversas medidas se orientan a prevenir, evitar, regular, mitigar o compensar y, en cada caso se detalla el período de aplicación que se compromete para alcanzar los resultados esperados, mismos que habrán de ser reportados en los informes de seguimiento ambiental.

VII.5.1.1. Estrategia de prevención y mitigación del componente ATMOSFÉRICO

Como parte de las actividades que se realizarán durante la preparación del sitio y construcción, la calidad atmosférica podría alterarse de forma puntual y temporal, debido al tránsito vehicular y de maquinaria al levantarse partículas edáficas o bien por el incremento en los niveles sonoros; razón por la cual se plantea esta estrategia.

Mediante las acciones previstas para evitar la dispersión del suelo, se evitará incrementar la concentración de partículas suspendidas, aunque la presencia de material particulado sería temporal y local, por lo que no es un impacto que se extienda a grandes distancias; también se propone humedecer las áreas con riegos antes de trabajar con movimientos de tierras y cubrir el suelo extraído para evitar su dispersión y así controlar la generación y emisiones de partículas a la atmósfera.

Asimismo, para evitar incrementar la concentración de otros materiales, como gases provenientes de la combustión, el parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente. Mediante este trámite, también se verifican los niveles de emisión de ruido. De forma adicional, se prevé el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, vehículos y equipo, con la finalidad de evitar averías y fuentes potenciales de contaminantes.

Además, el personal de obra contará con el equipo de protección personal completo, considerando el trabajo que se encuentran desarrollando, como casco, chaleco, botas de seguridad, guantes y tapones auditivos para aquellos que se encuentren en áreas donde los decibeles sonoros son mayores.

Tabla VII.6. Descripción de la línea Estratégica de prevención y mitigación del componente ATMOSFÉRICO".

Estrategia 1	**Mitigación de la calidad atmosférica**		
Impacto que atiende:	• Afectación de la calidad del aire • Modificación del nivel sonoro		
Factor Ambiental:	Aire	**Subfactor Ambiental:**	Calidad Nivel sonoro
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la prevención y mitigación de la calidad atmosférica, debido a que los impactos ambientales identificados que pudieran alterar la concentración de partículas suspendidas o del confort sonoro debido a la presencia de maquinaria, vehículos y equipo, por el movimiento de tierras, así como del personal de obra.		
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental del aire y la protección hacia los trabajadores de la promovente y contratistas.		
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del		

Estrategia 1	Mitigación de la calidad atmosférica
	Proyecto mediante el seguimiento y supervisión ambiental.
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente aire, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que la capacidad de asimilación y dispersión de los contaminantes generados por el uso de maquinaria y equipo mantenga su equilibrio dentro del ecosistema.
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el **PVA** de la **promovente** y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.

VII.5.1.2. Estrategia de prevención y mitigación del componente HÍDRICO

El objetivo principal de esta estrategia es mantener el componente hídrico, mediante buenas prácticas durante las etapas de desarrollo del **Proyecto**, el manejo adecuado de residuos y las buenas prácticas en la construcción de obras. Principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se aplicarán las medidas contenidas en esta estrategia, considerando que las afectaciones se encuentran relacionadas con el manejo de residuos, el mantenimiento vehicular, de maquinaria y equipo y el diseño del **Proyecto**.

Durante la preparación del sitio y construcción, el parque vehicular y maquinaria deberán contar con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la recarga de combustible, esto con la finalidad de evitar que los hidrocarburos originen un deterioro de la calidad del agua. Asimismo, cuando la maquinaria se encuentre estacionada y sin ser utilizada, o que no tenga una supervisión constante, se prevé la colocación de material impermeable debajo, lo que evitará que posibles derrames de hidrocarburos alcancen el suelo o que puedan ser infiltradas. Estas acciones se encuentran contenidas en las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo.

La capacitación constante al personal de obra ayudará a reducir la probabilidad de accidentes que provoquen el deterioro en la calidad del agua subterránea. Lo mismo pasará con el mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, siendo responsabilidad de cada contratista que se encuentre involucrada en las diferentes etapas del **Proyecto** y con lo cual se prevé detectar posibles averías que podrían originar afectaciones al factor hídrico.

Además, se presentan acciones específicas para el manejo integral de residuos, con acciones básicas que permitirán el manejo adecuado de éstos, así como la colocación de letrinas portátiles, cuyas aguas residuales que será generadas estarán a cargo de una empresa debidamente acreditada para el manejo, traslado y disposición de las mismas, la capacitación al personal para la clasificación y manejo de los residuos y su correcta disposición en contenedores específicos para cada tipo de residuo.

Por lo que se refiere a la posible modificación de los escurrimientos superficiales, se evitará la construcción de las estructuras, con el objetivo de conservar en la medida de lo posible los niveles de infiltración de agua se propone que, una vez finalizada la etapa de construcción, se favorecerá la revegetación, principalmente de herbáceas y arbustivas en las áreas donde sea posible, con lo cual también se contribuirá a reducir el posible incremento de erosión hídrica y eólica en el sitio de establecimiento del **Proyecto**. Al finalizar la etapa de abandono, de igual forma, se permitirá y

promoverá la revegetación natural en el sitio abandonado, aunado a la implementación de una restauración y reforestación.

Tabla VII.7. Descripción de la línea estratégica de prevención y mitigación del componente HÍDRICO".

Estrategia 2	Prevención y mitigación de la calidad del agua		
Impacto que atiende:	• Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial y subterránea. • Disminución de la infiltración. • Modificación de los escurrimientos superficiales.		
Factor Ambiental:	Hidrología subterránea	**Subfactor Ambiental:**	Calidad del agua subterránea. Recarga de acuíferos (infiltración).
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la "Conservación de la calidad del agua subterránea" en el **AP**, debido a que el impacto ambiental identificado pudiera alterar la calidad del agua, debido a derrames potenciales de gasolina, diésel y aceites, así como por un mal manejo de residuos.		
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental de la hidrología y la protección hacia la infiltración y el escurrimiento intermitente.		
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente hidrológico, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que la capacidad de infiltración y la calidad del agua subterránea mantengan su equilibrio dentro del ecosistema.		
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.		

VII.5.1.3. Mitigación de las condiciones EDÁFICAS

En esta estrategia se incluyen las medidas que evitarán afectaciones a las zonas adyacentes, debido a la remoción de vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, el tránsito vehicular, de personal o de maquinaria, que pudieran ocasionar un incremento en la susceptibilidad de erosión o bien propiciar la contaminación del suelo; por lo que, se identificaron medidas encaminadas a evitar, disminuir o compensar estas alteraciones durante las distintas etapas del **Proyecto.**

Como una primera acción se propone la delimitación de las áreas autorizadas, evitando ocasionar afectaciones a las zonas aledañas al **Proyecto**. El suelo extraído, cuando sea necesario, se mantendrá cubierto con la finalidad de evitar su dispersión por efecto eólico.

Asimismo, con la implementación de las acciones específicas para el manejo integral de residuos, se prevé mantener la calidad del suelo, evitando la contaminación por descargas de aguas residuales, por el manejo inadecuado de residuos sólidos, el traslado y disposición final de éstos, poniendo énfasis a los residuos peligrosos. Se instalarán contenedores debidamente rotulados para la segregación de residuos, así como sanitarios portátiles en frentes de trabajo activos para evitar

las deyecciones al aire libre que estas causen afectaciones al suelo y a la hidrología, el mantenimiento y limpieza de éstos estará a cargo de empresas acreditadas, quienes se encargaran del traslado y disposición final de las aguas residuales.

Para evitar incidentes relacionados con vertidos de grasas, aceites o hidrocarburos por falta de mantenimiento de vehículos, equipo o maquinaria, se deberá verificar que éstos estén en condiciones óptimas; además, las reparaciones se realizarán tomando las precauciones necesarias que eviten derrames en el suelo. Ante la eventualidad de tener que realizar alguna reparación de emergencia o uso de hidrocarburos, los operadores de maquinaria o vehículos contaran con un kit antiderrames. Los residuos peligrosos resultantes de estas actividades serán trasladados y dispuestos a través de una empresa que cuente con las autorizaciones correspondientes.

Para mitigar el impacto de susceptibilidad de erosión se propone que, una vez finalizada la etapa de construcción, se favorezca la revegetación, principalmente de herbáceas, en aquellas áreas donde sea posible; asimismo, se desarrollará un programa de reforestación y restauración en una superficie de **13.021 has**.

Tabla VII.8. Descripción de la línea estratégica "Mitigación del componente EDÁFICO".

Estrategia 3	**Mitigación de las condiciones edáficas**		
Impacto que atiende:	• Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo • Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		
Factor Ambiental:	Suelo	**Subfactor Ambiental:**	Características biológicas y fisicoquímicas Pérdida de suelo (erosión)
Descripción de la estrategia:	Los impactos relacionados con las características fisicoquímicas y la susceptibilidad de erosión pueden provocar una inestabilidad en los suelos, situación que puede afectar a otros componentes ambientales, por lo que las medidas propuestas se enfocan a evitar estas alteraciones durante la preparación del sitio, construcción y operación, de tal forma que las características edáficas se mantengan lo más similar posible que en la línea base (T_0) establecida en el capítulo IV.		
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental edafológico a partir de la calidad y la pérdida de suelo.		
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente edafológico, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo controlar la pérdida y mantener la calidad de suelo dentro del ecosistema.		
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.		

VII.5.1.4. Conservación de los componentes de la BIODIVERSIDAD.

Esta estrategia fue determinada considerando los impactos ambientales identificados que pudieran afectar los valores de diversidad vegetal y de fauna, ya sea de forma directa sobre los individuos de algunas de las especies presentes en el área de establecimiento del **Proyecto**, o alterando consigo los valores de abundancia e índices de diversidad.

Para mitigar y/o compensar estos impactos, se prevé la instalación de señalización que regulen los límites de velocidad, no solo dentro del **AP**, sino en las vías alternas, aunado a que, por políticas de cada contratista, se deberá concientizar al personal de obra sobre la importancia de cuidar la flora y fauna silvestre, dentro y fuera de las áreas de las instalaciones de trabajo, además de la importancia de no circular en áreas fuera de las vialidades. Asimismo, se prohibirá al personal que labore en las actividades del **Proyecto**, a no colectar, cazar, extraiga y dañe ningún ejemplar tanto de flora como de fauna, y se instalarán letreros alusivos a dichas prohibiciones.

Con la finalidad de no causa afectaciones a individuos silvestres, se conformarán brigadas que se encargarán de realizar las actividades de ahuyentamiento, así como de rescate y reubicación tanto de fauna como de la flora presente en el área del **Proyecto**, incluyendo aquellas especies faunísticas de lento desplazamiento, por ejemplo, el grupo de los reptiles y anfibios, siguiendo los lineamientos establecidos para cada acción especifica propuesta. Se considera que la selección adecuada de los sitios de reubicación en caso de requerir reubicar ejemplares de fauna, juega un papel importante para proveer oportunidades de supervivencia iguales a las oportunidades que se tenía antes de ser rescatados y reubicados, ya que la fauna se enfrentará a las mismas bondades y presiones del ecosistema. Es importante no perder de vista que las condiciones presentes en el **AP** se observaron también presentes en el **SAR**, por lo que se puede asegurar que el **AP** no es un sitio único o con características excepcionales imposibles de encontrar en otro sitio. Con base en el conocimiento y estudio de **AP**, **AI** y el **SAR**, así como con el conocimiento y experiencia en el manejo de la fauna, además del conocimiento de las especies rescatadas y la adecuada selección de los sitios de reubicación se asegura que la fauna reubicada podrá tener las mismas oportunidades de sobrevivencia que tenía en su lugar de origen y además los individuos de fauna no serán sometidos al estrés innecesario.

En sentido estricto, con la ejecución pertinente y adecuada del **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna**, se estima que el total de los individuos de fauna presente en el área del **Proyecto** sobreviva; considerando que la primera acción será ahuyentar a los individuos faunísticos principalmente los relativos a los grupos de aves, mamíferos de pequeño tamaño, reptiles y anfibios, con lo que se busca asegurar que su sobrevivencia sea fuera del predio y aquellos individuos de fauna que no logren salir del **AP** por sus propios medios, serán rescatados y reubicados por personal que cuente con los conocimientos y la experiencia necesaria, esto particularmente pensado para anfibios y reptiles de lento desplazamiento; asimismo el personal estará equipado con los instrumentos y el materiales que contribuirán al adecuado manejo de los individuos de fauna, de esta forma se busca asegurar la mayor sobrevivencia de individuos. Particularmente se tiene pensado desarrollar un **Programa antielectrocución de la fauna voladora.**

En el caso de la mitigación para el componente flora se tiene considerado desarrollar un **Programa de reforestación y restauración** en una superficie de 13.021 ha, dentro del Sistema Ambiental Regional y particularmente considerando las áreas del Plan Nacional de Restauración 2025-2050 implementado por la SEMARNAT. Asimismo, se tiene considerado un **Programa de Revegetación** en el DDV donde sea posible con especies herbáceas y arbustivas.

Durante la etapa de abandono se propiciará la revegetación natural con herbáceas principalmente en todas las áreas que fueron ocupadas por el **Proyecto**, para favorecer, mediante el proceso de sucesión natural, el establecimiento de una cobertura vegetal superficial similar a la región y con ello también contribuir a los corredores biológicos para las especies que habitan la zona.

Tabla VII.9. Descripción de la línea estratégica "Conservación de los componentes de la BIODIVERSIDAD"

Estrategia 4	Conservación de los indicadores de biodiversidad		
Impacto que atiende:	• Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre. • Disminución de la cobertura vegetal forestal. • Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre. • Afectación al hábitat de las especies de fauna. • Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.		
Factor	Fauna Flora	**Subfactor**	Abundancia y diversidad Cobertura vegetal forestal Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Hábitat
Descripción de la estrategia:	La estrategia está diseñada para mantener las condiciones adecuadas para la conservación de la diversidad faunística y florística que podrían verse alterados a causa de los impactos ambientales adversos identificados para estos factores.		
Viabilidad	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental de la biodiversidad y la protección del hábitat permitiendo se mantenga la biodiversidad dentro del ecosistema.		
Eficacia	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación la biodiversidad y al hábitat, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que se mantenga la biodiversidad en el hábitat del ecosistema presente.		
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.		

VII.5.1.5. Conservación de las condiciones PAISAJÍSTICA

Esta estrategia está encaminada a la "Conservación de las condiciones paisajísticas", debido a que las actividades inherentes al desarrollo del **Proyecto** pudieran afectar algunos elementos del paisaje, alterando consigo las características en el tiempo cero. La estrategia está formada por algunas medidas de prevención, mitigación y compensación.

En primera instancia, las actividades inherentes a la preparación y construcción del **Proyecto**, deberán realizarse exclusivamente en aquellas áreas que sean autorizadas en materia de impacto ambiental. Asimismo, con la implementación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**, se evitará que los materiales de construcción y los residuos generados (**RSU**, **RP** y **RME**) permanezcan por tiempos prolongadas en el **AP** y una vez que finalice la etapa de preparación del sitio, se realizará la limpieza del **AP**, con la finalidad de mantener la calidad y visibilidad del paisaje, es decir, su condición escénica.

Aunado a lo anterior, se realizarán capacitaciones constantes al personal que labore en el **Proyecto** a través de la implementación de un Programa de Educación Ambiental, con la intención de concientizarlos entre otros temas, en lo referente al manejo de residuos, orden y limpieza en los

frentes de trabajo para mantener la calidad paisajística entre otros temas que favorezcan el cuidado del medio ambiente.

Retomando la información proporcionada en el Capítulo V del presente **DTU**, el impacto "Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**", fue evaluado como un impacto de carácter negativo y acumulativo, toda vez que permanecerá a lo largo de la vida útil del **Proyecto**.

Si bien no existe una única definición de paisaje el Convenio Europeo del Paisaje (Consejo de Europa (CEP), 2000) propone una definición con carácter integrador y transversal, indicando que se entiende el paisaje como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter es el resultado de la acción y la interacción de factores naturales o humanos. Se trata quizás de una definición integradora y que hace referencia explícita a las tres características referidas previamente: componente físico, percepción y recurso.

Considerando la información presentada, es posible resumir que, el paisaje es un factor subjetivo en función de la apreciación del perceptor. Siguiendo el mismo orden de ideas, el paisaje actual del **AP** se compone de un mosaico de diferentes tipos de vegetación y usos de suelo en su mayoría de uso agropecuario, la modificación por la implementación del **Proyecto** considera una remoción de vegetación forestal en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, y aunque habrá áreas donde se presente revegetación con especies herbáceas y superficie dentro del **AP** a conservar y reforestar al finalizar la etapa constructiva, se tendrá superficie que quedará sin vegetación.

En este caso se prevé la implementación de medidas encaminadas a evitar, prevenir o minimizar este posible impacto mediante la implementación de medidas preventivas, de mitigación, compensación, como lo son la reforestación y restauración de una superficie de 13.021ha, así como de diversos programas que fomentarán las buenas prácticas ambientales, aunado a que se establecerán sistemas y dispositivos de seguridad, y con la implementación de acciones de mantenimiento y de prevención de accidentes, otras de respuesta a emergencias, además de la obtención de un seguro de daños, responsabilidad civil y daños al ambiente.

Tabla VII.10. Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones PAISAJÍSTICAS"

Estrategia 5	**Conservación de las condiciones paisajísticas**		
Impacto que atiende:	• Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**		
Factor	Paisaje	**Subfactor**	Calidad visual
Descripción de la estrategia:	La estrategia descrita en esta cédula está diseñada para la conservación de las condiciones paisajísticas, toda vez que este factor puede verse afectado por un impacto ambiental adverso identificado.		
Viabilidad	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental paisajístico permitiendo se mantenga su integridad dentro del ecosistema.		
Eficacia	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.		
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al paisaje, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que se mantenga la biodiversidad en el hábitat del ecosistema presente.		

Estrategia 5	Conservación de las condiciones paisajísticas
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.

Retomando la información precedente, como parte de las medidas propuestas se desarrollaron los lineamientos y acciones específicos, señaladas en la siguiente tabla, la implementación de acciones encaminadas a la conservación de suelos y acciones de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos.

Las acciones y los programas específicos forman parte del **PVA**; los resultados esperados, así como los indicadores de éxito de estas acciones están en función del factor objetivo de aplicación, por lo que los indicadores pueden ser cuantificables.

Tabla VII.11. Relación de los programas y acciones específicas planteadas, sus indicadores de éxito y resultados esperados.

Acciones especificas	Indicador y evidencia de cumplimiento	Resultados esperados
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	° % de individuos rescatados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico ° Sobrevivencia del 85% de los ejemplares rescatados y reubicados al término del periodo de 6 meses	Se espera reubicar a individuos rescatados, vulnerables de lento crecimiento y que tengan importancia por sus características ecológicas, medicinales o etnobotánicas; se busca minimizar el daño a las poblaciones presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos reubicados (85%) y mantener el número de ejemplares rescatados dentro del ecosistema a través de la reposición del número de individuos que no hayan sobrevivido posterior a su reubicación y durante su rescate. Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos reubicados, evitando causar daño excesivo durante el trasplante. Asimismo, aquellos elementos de crecimiento arbóreo, y cuyas dimensiones impidan su rescate, se hará la compensación 1:1
Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna	° % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados ° Bitácora de rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de ejemplares de lento desplazamiento o fosoriales presentes en el **AP**. La reubicación se realizará en zonas fuera de la construcción; lo cual será reforzado mediante la concientización ambiental de los trabajadores.
Programa de Restauración y Reforestación	° % de individuos reforestados con valor ecológico, medicinal o etnobotánico ° Sobrevivencia del 85% de los ejemplares reforestados al término del periodo de 6 meses. ° Cobertura en ha de los sitios que mantienen la conectividad vegetal para el fomento de corredores biológicos	Se espera reforestar individuos que tengan importancia por sus características ecológicas, medicinales o etnobotánicas; se busca minimizar el daño a las poblaciones presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos reforestados (85%) y mantener el número de ejemplares dentro del ecosistema a

Acciones especificas	Indicador y evidencia de cumplimiento	Resultados esperados
		través de la reposición del número de individuos que no hayan sobrevivido posterior a su plantación. Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos reforestados, evitando causar daño excesivo durante el trasplante. Asimismo, se hará la compensación 1:1 Se hará reforestación en sitios contiguos a la zona de conservación de vegetación forestal dentro del **AP**, donde se fomente la conectividad de los parches que vegetación con la finalidad de fomentar corredores biológicos para la fauna presente en el **AP**.
Programa de Manejo Integral de Residuos	° Bitácoras de residuos ° Manifiestos de traslado y disposición final ° Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP ° Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final ° N° de derrames atendidos de manera correcta	Con la aplicación del Programa de manejo de residuos, se pretende tener un control de los residuos generados por las obras que contempla el **Proyecto**. Además de un manejo adecuado a cada uno de los residuos producidos, mediante la clasificación y un resguardo adecuado. En caso de derrames accidentales, correcta aplicación de las medidas propuestas.
Programa de Educación Ambiental	° Número de empleados capacitados ° Número de reportes por incumplimiento de las cuadrillas	Se espera que todo el personal involucrado en las distintas etapas del **Proyecto**, sea capacitado, con la finalidad de no causar afectaciones a los factores ambientales por la presencia de personal, maquinaria y vehículos.
Acciones encaminadas a la conservación de suelos	° Relación de acciones propuestas y realizadas	Con la aplicación de estas acciones se espera, por un lado, el mantener las condiciones de la capa edáfica presente en el **AP** y, por el otro, implementar actividades que detengan los procesos erosivos.
Acciones de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	° Número de vehículos que cuentan con documentación de mantenimiento correcto, reparaciones o mantenimiento brindado a la maquinaria, equipo o vehículos. ° Bitácoras de mantenimiento	Evitar o minimizar las afectaciones relacionadas con derrames potenciales de hidrocarburos por falta de mantenimiento a la maquinaria, equipo y vehículos; además de poder mantener a éstos en óptimas condiciones.

Las acciones específicas, así como los programas específicos tienen la finalidad de evitar o disminuir los efectos adversos del **Proyecto**, cualquiera que sea su fase de ejecución. Se expresarán en el **PVA** que deberá considerar lo siguiente:

- Impedir o evitar completamente el efecto adverso significativo de una obra o acción, o de alguna de sus partes.
- Minimizar o disminuir el efecto adverso significativo mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes, o a través de la implementación de las medidas específicas.
- Reparar y/o restaurar con la finalidad de reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado

o, en caso de no ser posible, restablecer sus propiedades básicas. Dichas medidas se expresarán en medidas de reparación y/o restauración.

- Compensar ambientalmente para producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.
- Las medidas de reparación y compensación ambiental sólo se llevarán a cabo en las áreas o lugares en que los efectos adversos significativos que resulten de la ejecución o modificación del **Proyecto** o actividad se presenten o generen.
- Si de la predicción y evaluación del impacto ambiental del **Proyecto** se deducen situaciones eventuales de riesgo al medio ambiente, el titular del **Proyecto** deberá proponer medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes. Las medidas de prevención de riesgos tienen por finalidad evitar que aparezcan efectos desfavorables en la población o en el medio ambiente. Las medidas de control de accidentes tienen por finalidad permitir la intervención eficaz en los sucesos que alteren el desarrollo normal de un **Proyecto** o actividad, en tanto puedan causar daños a la vida, a la salud humana o al medio ambiente.

VII.6. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)

La correcta y oportuna ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el presente capítulo e integradas en acciones específicas, podrán prevenir, mitigar y compensar los impactos que pudiese generar el **Proyecto**. Sin embargo, es necesaria una supervisión constante, primero, para la ejecución correcta de cada medida y, posteriormente, para corregir cualquier eventualidad o contingencia que llegara a presentarse durante o después de la ejecución física del **Proyecto**. La supervisión en todo momento estará a cargo de personal especialista en medio ambiente.

Bajo esta óptica, se estructura el **PVA** que integra los siguientes programas específicos:

1. Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**).
2. Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
3. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna con especial énfasis en las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
4. Programa de Manejo Integral de Residuos.
5. Programa de Educación Ambiental.
6. Acciones encaminadas a la conservación de suelos.
7. Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo.
8. Programa de restauración y reforestación.
9. Programa de revegetación
10. Programa antielectrocución de fauna voladora.

VII.6.1. Objetivo general

Definir un sistema de seguimiento para sustentar la toma de decisiones orientadas al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el presente **DTU**, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad en materia de impacto ambiental a través de la resolución que ésta emita.

VII.6.1.1. Objetivos específicos

- Asegurar que el cumplimiento de las obligaciones ambientales sea congruente con los criterios de integración ambiental establecidos en el presente **DTU**;
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados;
- Detectar la posibilidad de que surjan impactos no previstos en el presente **DTU** y prever la aplicación de las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos;
- Detectar, oportunamente, impactos no previstos en el **DTU** e identificar y proponer a la Promovente del **Proyecto** la aplicación de las medidas adecuadas para prevenirlos, mitigarlos o compensarlos;
- Informar al promovente y al director de la obra sobre los aspectos objeto de la vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficiente;
- Asegurarse que cada contratista disponga en obra con personal capacitado que sea responsable de la ejecución de los programas y de las acciones específicas que le competan, el cual contará con conocimientos previos adecuados a las distintas actividades a realizar en el **Proyecto**;
- Documentar todas las acciones procedentes, derivadas del cumplimiento de las obligaciones ambientales que debe atender el promovente.
- Vigilar la eficacia resultante de la ejecución de las obligaciones ambientales, de forma tal que se pueda determinar su eficiencia y, en dado caso, implementar acciones adicionales que mejoren las actividades.

VII.6.2. Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental o Programa de Manejo Ambiental

VII.6.2.1. Meta

El **PVA** se considera como un sistema abierto, con capacidad de modificar, cambiar o adaptarse a las situaciones que se planteen, esto es que, debe servir como mecanismo de retroalimentación mediante el cual los resultados obtenidos sirvan para modificar los objetivos iniciales y en general, permitir la revisión periódica del programa inicialmente planteado, de esta forma, también se permite la detección de efectos no previstos para así adoptar las medidas adecuadas.

Es necesario dar seguimiento a la evolución de los impactos previstos, de forma que no se superen las magnitudes pronosticadas, las cuales se pretenden reducir al mínimo a través de las medidas

propuestas en cada uno de los programas y acciones específicas planteadas y, en caso necesario, diseñar un nuevo sistema de medidas que permitan minimizar las afecciones al medio.

En este sentido, las metas esperadas con la ejecución del **PVA** son las siguientes:

- Sensibilizar, concientizar y aportar conocimiento acerca del cuidado del medio ambiente, buenas prácticas ambientales y legislación ambiental vigente al 100% del personal que ingrese al **Proyecto**.
- Obtener un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para el manejo y disposición adecuada de los residuos generados durante todas las etapas del **Proyecto**.
- Alcanzar un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para la conservación de suelos.
- Obtener un porcentaje para el Programa de rescate, reubicación y mantenimiento de los individuos flora propuestos para rescate en el **AP** con un umbral mínimo del 85%.
- Lograr un porcentaje de cumplimiento del Programa para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con un umbral mínimo del 90%.

VII.6.2.2. Alcance

El **PVA** tiene como principal alcance la verificación de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas para las distintas etapas del **Proyecto**. Éstas aplican tanto para el personal, como para los contratistas, considerando su respectiva verificación en tiempo y espacio; es decir, el lugar y momento en el cual se ejecutarán dentro del programa de trabajo, describiendo las metodologías a ser implementadas, determinando la funcionalidad de las mismas y evidenciando la evolución que presenta la calidad del ecosistema en el sitio donde se pretende la realización del **Proyecto**. Además, se cuantifican de manera sistemática los efectos ambientales de las obras y actividades a través de la generación de informes anuales de las acciones realizadas por componente ambiental.

VII.6.2.3. Responsables de la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental o Programa de Manejo Ambiental

La correcta ejecución del **PVA** será responsabilidad del organismo promotor y de las empresas contratistas. A continuación, se presenta la responsiva correspondiente a cada una de las partes involucradas en el cumplimiento del presente **PVA**.

A. Responsabilidad del organismo promotor

La aplicación del **PVA**, primordialmente, será responsabilidad de Sunstone Power 2, S. de R.L. de C.V., quien deberá tener como responsables en campo al menos a un supervisor ambiental que tendrá la obligación y autoridad para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que pudieran afectar al ambiente.

Los supervisores deberán tener la capacidad técnica y de autoridad para tomar decisiones en caso de que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas no funcionen como se ha previsto o que se detecten impactos que, por su naturaleza, no son perceptibles en etapas anteriores.

Como parte de sus obligaciones, los supervisores ambientales deberán coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del **Proyecto**, llenar las bitácoras de seguimiento y elaborar informes referentes a sus observaciones durante y después de la implementación de las medidas para posteriormente compilarlos en un documento final.

Además, los supervisores ambientales serán responsables de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Ejecutar y coordinar el **PVA**.
- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia ambiental.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que se pudieran presentar.
- Elaborar los informes anuales donde se muestre el grado de cumplimiento de cada medida enmarcada en este **PVA**.
- En caso de ser necesario, determinar nuevas medidas de prevención, mitigación o compensación, así como modificar las ya establecidas.

Resulta imperante mencionar que los supervisores ambientales podrán echar mano del apoyo de la gente encargada del **Proyecto** (contratistas, responsables de obra, entre otros), ya que se encuentra la mayor parte del tiempo en el área del **Proyecto**, para que apoyen en el llenado de algunas bitácoras. Esto con la intención de que todas las medidas sean seguidas durante todo el tiempo que dure cada etapa del **Proyecto** y no sólo durante la presencia de los supervisores ambientales.

B. Responsabilidad de las empresas contratistas

Para dar cumplimiento a las medidas propuestas será necesario vigilar su aplicación por parte de los contratistas, que en su caso tendrían las siguientes funciones:

- Supervisar y coordinar la ejecución de las medidas según lo previsto en este **PVA**.
- Proporcionar a los supervisores ambientales los medios necesarios para el llenado de las bitácoras y en general para dar cumplimiento del **PVA**.
- Mantener constante comunicación y coordinación con los supervisores ambientales.

Asimismo, es deseable que cada contratista cuente con un supervisor ambiental o personal encargado de las cuestiones ambientales, esto con la finalidad de dar seguimiento al cumplimiento de las medidas y obligaciones que sean impuestas en el oficio resolutivo. Cada contratista elaborará

los informes y recabará la evidencia del cumplimiento de las obligaciones para ser entregados al supervisor ambiental de la Promovente.

VII.6.2.4. Seguimiento y control de la aplicación del PVA

La Promovente contará con al menos un supervisor ambiental el cual realizará visitas de supervisión mediante las cuales verificará el debido cumplimiento de todos y cada uno de los compromisos ambientales de los contratistas y de las acciones específicas incluidas dentro del **PVA**. Durante las visitas de inspección se llenará una bitácora para dar un seguimiento adecuado a las observaciones realizadas durante la visita. Asimismo, se contará con coordinadores ambientales que estarán de manera permanente en el sitio durante las etapas de preparación del sitio y de construcciones, quienes verificarán y tomarán decisiones según lo que reporten los supervisores ambientales.

La bitácora de inspección consiste en un formato donde se llevarán a cabo los registros de incumplimiento de cada medida, conforme se identifiquen durante el recorrido de inspección, por factor e indicador ambiental afectado y anotando las observaciones que correspondan, incluidos los datos de ubicación. Asimismo, se anotará la actividad que generó el incumplimiento.

Además, deberá generarse un anexo fotográfico de evidencias que documente a través de imágenes recuperadas en campo en los frentes de trabajo, los incumplimientos ambientales identificados.

La Promovente realizará una supervisión continua en sus frentes de trabajo y de manera mensual se generará un reporte que contenga la aplicación de las medidas de mitigación. Este reporte será firmado por el supervisor ambiental. Se anotarán de manera clara las fechas y el número de folio en cada bitácora y reporte generado mensualmente o de acuerdo con lo que se especifique para cada medida en cada etapa del **Proyecto**.

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución y aplicación de las actividades y medidas de control, prevención y mitigación, éstas serán evaluadas con uno o más indicadores de cumplimiento para cada una de las medidas aplicables en el periodo de revisión. Los indicadores pueden ser de carácter administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento de una condición que puede constatarse presencialmente, como la extracción del total de individuos de especies en riesgo o la ausencia de concreto tirado sobre áreas forestales, etc.).

En el caso de la resolución de contingencias ambientales que pudieran detectarse durante la inspección, éstas deberán siempre resolverse.

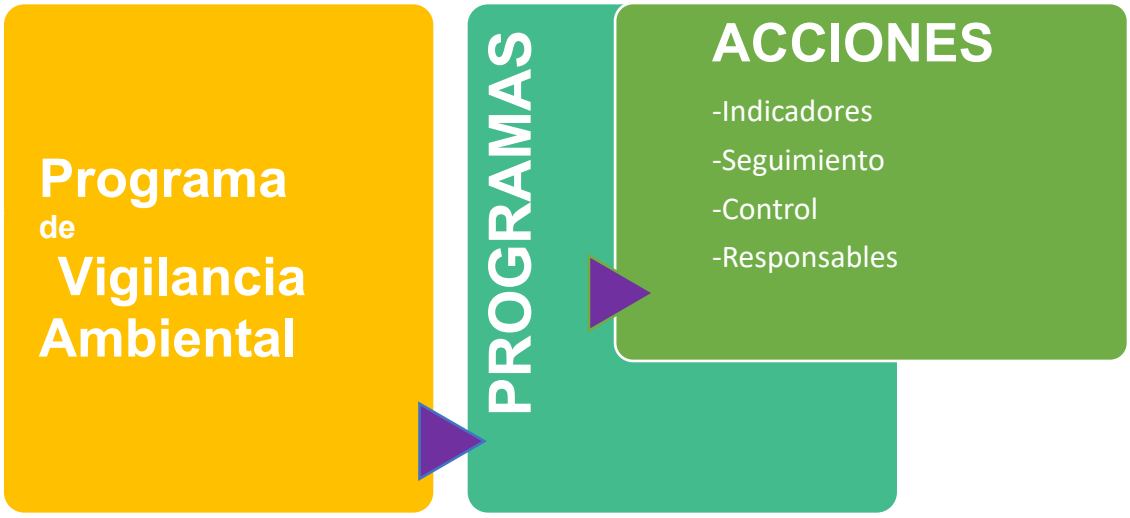
Las reincidencias en incumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación deberán ser nulas, de no ser así, deberán ejecutar medidas de restauración y compensación y se revisarán la aplicación de los programas y de las acciones específicas incluidas en el **PVA**, con el fin de detectar fallas en su aplicación y así mejorar el cumplimiento de cada medida.

Durante las inspecciones se identificarán todas las actividades del **Proyecto,** así como los componentes ambientales asociados a cada una de ellas. Con base en ello, se identificarán los impactos ambientales, determinando cuáles de ellos se encuentran previstos en la evaluación de impactos e incluidos en el **PVA**, elaborando un plan de acción en caso de que el impacto no se encuentre previsto dentro de evaluación de impactos, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Todos los impactos ambientales no previstos y las desviaciones registradas durante las visitas de supervisión se registrarán y rastrearán a través del tiempo y se establecerá un plan de acción específico para cada uno de ellos. En el formato se detallará la desviación, el factor ambiental afectado, la actividad que lo generó y la normatividad aplicable.

El responsable ambiental analizará la raíz del problema para, posteriormente, generar un plan de acción que incluya responsables, acciones (actividades) y fechas de conclusión. Aunado a esto, deberá verificar y dar seguimiento a las acciones tomadas y aplicadas para mitigar el impacto ambiental identificado. Todas las medidas de mitigación deberán estar documentadas y soportadas con anexos con la finalidad de evidenciar las actividades realizadas.

Figura VII.1. Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental.



VII.6.2.4.1. Reportes de seguimiento

Elaboración de informes de seguimiento con las conclusiones de las inspecciones realizadas y en donde se efectuará una valoración general del grado de avance de las obras y de la aplicación de las medidas preventivas y correctoras establecidas en los documentos que rigen la ejecución del **Proyecto**. Con este sistema de documentación se pretende garantizar la disponibilidad de la información requerida en los informes preceptivos a presentar para su análisis, evaluación y, en su caso validación, a la **Autoridad**.

Se elaborarán **reportes anuales** de cumplimiento del **PVA**, según quede ordenado por la autoridad ambiental competente en el resolutivo que se emita como parte de la evaluación y resolución del **DTU**. Estos reportes deberán contener todas las evidencias de cumplimiento de cada una de las condicionantes y términos del resolutivo de impacto, así como de todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación propuestas, de los Programas específicos y de las acciones específicas que forman parte del **PVA**. Para dar seguimiento a lo anterior, la Promovente contará con los siguientes documentos:

- Bitácora de inspección (evento);
- Registros fotográficos de evidencias (mensual);

- Informe de la ejecución del **PVA** (mensual),
- Informe anual de cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo.

Adicionalmente, se contarán con bitácoras específicas que serán integradas a los informes de ejecución del **PVA**, tal como bitácora de rescate de individuos de flora, bitácora de rescate de individuos de fauna silvestre (listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y/o de lento desplazamiento), bitácora de reubicación de individuos de fauna silvestre, bitácoras de residuos (**RSU**, **RME**, **RP**), por mencionar algunas de las bitácoras ambientales operativas que estarán bajo la responsabilidad del supervisor ambiental.

VII.6.2.4.2. Cronograma de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación del proyecto.

En la siguiente tabla se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en los programas y acciones específicas del presente **DTU** para las diferentes etapas del **Proyecto**.

Tabla VII.12. Medidas de control, prevención, mitigación y compensación, Programas y acciones específicas del PVA en cada una de las etapas del Proyecto.

Clave	Medida	PS y C					O & M					CA	
		Meses					Años					Meses	
		1	2	3	…	16	1	2	3	…	30	1	2
M1	Se implementarán acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo.												
M2	Se deberán realizar actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.												
M3	Se deberá mantener cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez instalada la infraestructura.												
M4	Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos.												
M5	Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.												
M6	Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos.												
M7	Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles.												
M8	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, principalmente de herbáceas, en donde sea posible.												
M9	Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre.												
M10	Se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de fauna silvestre.												
M11	Se aplicarán un **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, con especial énfasis en especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.												
M12	El **Programa de rescate y reubicación de individuos de fauna silvestre**, se llevará a cabo bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características (Art. 31 de la Ley General de Vida Silvestre). Además, se permitirá el desplazamiento y libre tránsito de los individuos encontrados, hacia las áreas aledañas al sitio del **Proyecto**. El programa incluye actividades específicas para el ahuyentamiento integral de fauna, para evitar su afectación durante todas las etapas del **Proyecto**.												
M13	El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales (hachas, machetes y motosierras) y de manera paulatina.												
M14	El material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, evitando así la erosión del suelo por efecto del viento.												
M15	Se aplicarán un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**												

Clave	Medida	PS y C					O & M					CA	
		Meses					Años					Meses	
		1	2	3	…	16	1	2	3	…	30	1	2
M16	Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa.												
M17	Se implementarán un **Programa de Restauración y Reforestación** con especies nativas de la región.												
M18	En las áreas de circulación internas se establecerá un límite máximo de velocidad que será de 30 km/h como máximo, lo anterior para prevenir que la fauna sea atropellada.												
M19	El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal.												
M20	Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal que se encuentre en el frente del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo. Estos sanitarios portátiles serán contratados a terceros quienes serán responsables de su instalación, manejo y mantenimiento, así como de la disposición del producto de la limpieza en sitio autorizado.												
M21	Se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, con el fin de controlar la generación y emisión fugitiva de partículas a la atmósfera. El manejo de materiales con riego puede reducir hasta en un 50% la emisión de partículas.												
M22	Se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra; para las actividades que generan ruido y así reducir su impacto dentro de la zona.												
M23	Se implementará un **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual contemple el almacenamiento temporal de los residuos sólidos municipales (empaques y envases de papel, restos de comida, cartón, plástico y vidrio, principalmente), que será en tambores metálicos con tapa con capacidad de 200 litros, con retiro periódico para su disposición en sitios que garanticen su correcto manejo y que autorice la autoridad municipal, lo anterior a efecto de evitar la contaminación del suelo, la presencia de fauna nociva y la producción de olores. Estos recipientes se identificarán para contener residuos orgánicos e inorgánicos.												
M24	Se aplicará un **Programa de Educación Ambiental**.												
M25	Colocar señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, en la que se informe adecuadamente al personal y a los pobladores del lugar sobre los trabajos que se realizan.												
M26	Antes de iniciar las obras de preparación del sitio, se deben de proponer lineamientos en el área de trabajo, dando pláticas al personal que laborará en la obra con la finalidad de evitar posibles impactos para la flora y la fauna silvestre.												
M27	Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.												

Clave	Medida	PS y C					O & M					CA	
		Meses					Años					Meses	
		1	2	3	…	16	1	2	3	…	30	1	2
M28	Se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas.												
M29	La colocación de antiperchas, ya que este tipo de accesorios es recomendable para evitar la percha de aves.												
M30	Se aplicará un **Programa antielectrocución de fauna voladora**												
M31	Se aplicará un **Programa de revegetación** con el objetivo de desarrollar la revegetación en las áreas donde sea factible con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto** principalmente de herbáceas y arbustivas.												

VII.6.3. Acciones que integran el PVA

El **PVA** se basa en la implementación de un conjunto de medidas y técnicas que constituyen la base necesaria para la realización de una serie de acciones para la protección del ambiente circundante al **AP**, además de generar al mismo tiempo una memoria con la cual se informará ante la autoridad del tipo y grado de afección ambiental generada y las medidas de mitigación aplicadas en cada momento por las distintas acciones derivadas del **Proyecto**, de acuerdo con las siguientes actividades a implementar.

VII.6.3.1. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

Dicho programa tiene la finalidad de proteger ejemplares de flora que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto**. La ejecución de las actividades son una medida para la conservación de las especies silvestres con el fin de asegurar su sobrevivencia y cumplir con la legislación en la materia para asegurar la sustentabilidad del **Proyecto**, además de ser una herramienta útil para el mantenimiento de la biodiversidad local se realizará en un predio conservado.

El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de zonas agropecuarias principalmente y pequeños manchones de vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia.

Se rescatarán y reubicarán aquellos ejemplares que tengan menos de 1.20 m de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto que sea removido, se compensará en una relación 1:1; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de un individuo juvenil.

Es importante mencionar que además del rescate y reubicación de flora, también se permitirá y favorecerá el crecimiento de las especies herbáceas, una vez terminada la construcción, es decir se permitirá el restablecimiento de la cubierta vegetal en aquellas áreas donde sea factible, brindando mantenimientos periódicos a través del retiro de las especies exóticas que pudieran llegaran a colonizar el sitio (ver Programa de revegetación).

Es importante mencionar que las especies a rescatar serán las que midan menos de 1.20 metros, siempre y cuando se encuentren reverdeciendo y no estén en estado invernal (estado de latencia), indicando que no existe restricción y/o lineamiento que deba de cumplir para la implementación de los Programas propuestos de rescate y reforestación.

Objetivo de las acciones propuestas: minimizar las afectaciones potenciales a la flora silvestre presente en el **AP**, a través de la ejecución de acciones de protección, conservación, rescate y reubicación de flora que serán desarrolladas previo a las actividades de desmonte.

Indicador de realización y eficacia: Como indicador se utilizará el porcentaje de avance del rescate de flora susceptible de rescatar en la superficie del **Proyecto** autorizado y como indicador de eficacia se utilizará la sobrevivencia de los individuos rescatados y reubicados (proporción de plantas que

están vivas en relación con las plantas efectivamente reubicadas), así como la evaluación de vigor de las plantas (que es la proporción de órganos vigorosos del total de las especies vivas):

Tabla VII.13. Indicadores de evaluación del Programa de Rescate y Reubicación de flora.

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de avance del rescate de flora en la superficie del Proyecto	$P = \frac{S_r}{S_i} x100$ P = Avance en el rescate de flora. Sr = Superficie efectiva donde se ha ejecutado el rescate de flora. Si = Superficie forestal total del **Proyecto**.	100% de la superficie que ocupará el **Proyecto**.
Porcentaje de sobrevivencia de los individuos rescatados	$S = \frac{\sum ai}{mi} x100$ Donde S = Sobrevivencia de plantas reubicadas Σai = Sumatoria de plantas vivas en el sitio i mi= Plantas reubicadas en el sitio i	Sobrevivencia de al menos el 85% de los individuos reubicados
Evaluación del estado fitosanitario	$pS = \frac{\sum si}{\sum ai} x100$ Donde *pS* = Proporción estimada de árboles sanos Σ*si* = Sumatoria de plantas sanas en el sitio *i* Σai = Sumatoria de plantas vivas en el sitio *i*	Se espera que el 90% o más de los ejemplares se registren sanos
Evaluación de vigor de las plantas	$pV = \frac{\sum_{i=1}^{n} Vi}{\sum_{i=1}^{n} ai} \cdot 100$ Donde Σ= ni=1 Sumatoria de los datos de acuerdo con la variable V o a pv = Proporción estimada de árboles vigorosos Vi = Número de árboles vigorosos en el sitio de Muestreo i ai = Número de árboles vivos en el sitio de muestreo i	Se espera que el 90% o más de los ejemplares se registren sanos

Frecuencia: rescate previo a las actividades de desmonte. El monitoreo y mantenimiento seguirán durante tres años posteriores a la reubicación o hasta que se demuestre el establecimiento de la población.

Valor umbral: con la aplicación de las acciones específicas se pretende tener una sobrevivencia de al menos el 85% de la flora que sea susceptible de ser rescatada y reubicada.

Momento de análisis: semanalmente se entregarán al responsable ambiental los registros y bitácoras de rescate y reubicación de flora.

Medidas complementarias: una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VII.6.3.2. PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA CON ESPECIAL ÉNFASIS EN LAS ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Estas acciones describen los métodos y técnicas para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna que habitan o se encuentran en las áreas donde se establecerán los componentes del **Proyecto**, a través de labores de protección. Para reforzar la correcta ejecución de las actividades propuestas, se recomienda incluir en las capacitaciones los temas relacionados con el cuidado y protección de la fauna, con especial énfasis en las especies registradas en el **AP**.

Además de la búsqueda y rescate de ejemplares de lento desplazamiento o que no pudieron alejarse del sitio por si solos mediante el uso de equipos de rescate especializado, como redes o jaulas, para capturar a la fauna y éstos serán reubicados en áreas con condiciones ambientales similares al área de captura mediante el manejo cuidadoso para evitar estrés o lesiones, así como un transporte seguro, extremando precauciones y la liberación será el mismo día.

Objetivo de las actividades: Identificar y salvaguardar individuos de especies de fauna silvestre que se pudieran encontrar en el **AP**, consideradas o no bajo alguna categoría de riesgo y/o aquellas que en el ámbito local o regional estén consideradas bajo condición restringida en cuanto a su distribución y abundancia, y/o por sus características de lento desplazamiento, con especial énfasis en las especies registradas en el **AP** y que se encuentran listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Indicador de realización: Como indicador de realización (mide la aplicación y ejecución efectiva de las acciones a implementar) se utilizará el porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna con respecto a la superficie del **Proyecto** autorizado, mientras que los indicadores de eficacia miden los resultados obtenidos por la aplicación de las acciones a aplicar, tratándose de fauna silvestre y en virtud de su movilidad, la mayoría son no cuantificables. No obstante, se determinaron de utilidad los siguientes:

Tabla 0.14 Indicadores de evaluación de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna (R%av)	$R_{\%av} = \frac{S_r}{S_t} x100$ Sr= Superficie efectiva donde se ha ejecutado el ahuyentamiento y rescate de fauna. St= Superficie total del **Proyecto**.	100% de la superficie que ocupará el **Proyecto**.
Número de especies rescatadas en proporción al número de especies objetivo	$E_{\%sp} = \frac{S_{pc}}{S_{pr}} x100$ E%sp = Porcentaje de éxito en el ahuyentamiento y rescate de fauna. Spc = Número de especies rescatadas y reubicadas. Spr = Número de especies objetivo reportadas en la presente **MIA-R**.	50%, por su movilidad es factible que al momento de la ejecución de las actividades específicas no sean encontradas in situ todas las especies que fueron registradas durante los muestreos.

Adicionalmente, y de forma cualitativa, podrá evaluarse la efectividad de las acciones específicas en virtud de que el número de individuos rescatados vaya disminuyendo conforme avanzan los días de trabajo, ya que se espera una recesión natural de la actividad faunística en el **AP**, derivada del ahuyentamiento y de las actividades de preparación del sitio y construcción.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Frecuencia: Recorridos diarios de ahuyentamiento y rescate por los frentes de trabajo durante la preparación del sitio y construcción para asegurar la correcta implementación de las acciones específicas. Durante la etapa operativa, se continuará con las acciones en aquellos componentes donde haya personal o que sea propenso hallar fauna.

Valor umbral: Con la aplicación de las acciones específicas se pretende tener una sobrevivencia del 100% de la fauna desde el momento de su rescate y hasta el momento de su liberación.

La sobrevivencia de los ejemplares rescatados se registrará desde el momento de su captura y hasta el momento de su liberación, es importante no perder de vista que la fauna rescatada será liberada en un ambiente libre y abierto, es decir no se reubicará en un ambiente confinado, por lo que el seguimiento de sobrevivencia después de su liberación implicaría actividades adicionales que sobrepasan los alcances de las acciones específicas.

Se considera que si se seleccionan de forma adecuada los sitios de reubicación las oportunidades de supervivencia serán iguales a las oportunidades que se tenía antes de ser rescatados y reubicados ya que la fauna se enfrentará a las mismas bondades y presiones del ecosistema. Es importante no perder de vista que las condiciones presentes en el **AP** se observaron también presente en el **SAR**, por lo que se puede asegurar que el **AP** no es un área única o con características excepcionales imposibles de encontrar en otro sitio.

Momento de análisis: Semanalmente se entregarán al responsable ambiental los registros y bitácoras de rescate y reubicación de fauna.

Medidas complementarias: Una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VII.6.3.3. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

El Programa de Manejo Integral de Residuos están orientado a evitar afectaciones al medio abiótico (en particular agua, suelo y paisaje) como el biótico, causado por deficientes prácticas en el manejo de residuos; y planteadas con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y la normatividad estatal que resulte aplicable. La ejecución del Programa no enfrenta ninguna limitante técnica que impida su desarrollo y para su correcta ejecución se complementará con las charlas de capacitación dirigidas a todos los trabajadores. Las acciones que se usarán están diseñadas para ser aplicadas durante todas las etapas del **Proyecto**.
Objetivo: Realizar un correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos generados en las diferentes etapas del **Proyecto** en completo apego a la normatividad ambiental aplicable y vigente.

Indicador de realización y eficacia: para medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas, se consideran los siguientes indicadores de realización:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla VII.15. Indicadores de evaluación de Programa de Manejo Integral de Residuos

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de capacitaciones realizadas por etapa (% PC)	$\% PC = \left(\frac{N° \ de \ pláticas \ realizadas}{N° \ de \ pláticas \ propuestas}\right) * 100$	Impartición de todas las pláticas propuestas
Porcentaje de participación en las pláticas de concientización (% Pa)	$\% Pa = \left(\frac{N° \ de \ personas \ que \ asistieron}{N° \ de \ personas \ que \ laboraron}\right) * 100$ N° de personas que asistieron. Se puede determinar mediante un registro de asistencia a la plática de concientización. N° de personas que laboraron. Se puede determinar mediante la fuerza laboral (personal por jornada laboral) y únicamente se contabilizará de acuerdo con el día en que se lleven a cabo las pláticas.	100% del personal involucrado en las actividades del **Proyecto**
Porcentaje de contenedores con etiquetado adecuado y en buenas condiciones (% C)	$\% C = \left(\frac{N° \ de \ contenedores \ con \ tapa \ y \ etiqueta}{N° \ total \ de \ contendores \ colocados}\right) * 100$	100% contenedores con tapa y etiqueta
Porcentaje de residuos entregados para su disposición final (% RE)	$\% RE = \left(\frac{Cantidad \ de \ residuos \ entregados}{Cantidad \ de \ residuos \ generados}\right) * 100$ RSU dispuestos en el relleno sanitario autorizado, RME entregados a empresas recicladoras y RP entregados a empresas certificadas ante la SEMARNAT para la disposición.	100% entrega de los residuos generados
Porcentaje de residuos reutilizados o reciclados (% REE)	$\% REE = \left(\frac{Cantidad \ de \ residuos \ reutilizados}{Cantidad \ de \ R \ generados \ que \ pueden \ ser \ reutilizad}\right) * 100$ Este indicador también puede ser utilizado tanto para los RSU y RME.	Preferible el 90% del volumen generado susceptibles a reciclaje o reúso sea destinado a ello
Segregación de residuos de acuerdo con su tipo.	De acuerdo con la revisión e inspección de los contenedores en los frentes de trabajo cuando estos hayan cubierto su capacidad máxima, podrá ser diario, semanal o mensual, dependiendo del residuo.	100% residuos segregados de acuerdo con su tipo
Saturación de los contenedores generales	Revisión de los contenedores en los frentes de trabajo	No rebasar el 80% de capacidad ocupada.
Reportes de residuos dispersos en los frentes de trabajo y reportes de falta de contenedores, tapa o señalética	Número de reportes	

Frecuencia: recorridos diarios de supervisión por los frentes de trabajo para asegurar la correcta implementación del Programa para el manejo de residuos. Registros mensuales de la generación de residuos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Valor umbral: con la aplicación del Programa se pretende tener un control mínimo del 90% de los residuos generados por las obras que contempla el **Proyecto**. Que los residuos peligrosos sean recolectados y almacenados con eficiencia, para la posterior entrega a la empresa certificada por la Autoridad y que los residuos de manejo especial sean separados correctamente para su reciclaje o disposición final.

Momento de análisis:

- RSU: Al término de cada semana durante la construcción del **Proyecto**.
- RME: Quincenalmente durante la construcción del **Proyecto**.
- RP: Trimestral durante la construcción del **Proyecto**.

Medidas complementarias: Una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

Promover y regular el manejo integral de los residuos estimados que se generarán durante la vida útil del **Proyecto**, particularizando en las diferentes etapas que comprende el mismo y sus residuos particulares acorde con los instrumentos jurídicos mexicanos en la materia.

Con la aplicación del Programa se pretende tener un control de los residuos generados por las obras que contempla el **Proyecto**. Que los residuos peligrosos sean recolectados y almacenados con eficiencia, para la posterior entrega a la empresa certificada por la Autoridad y que los residuos de manejo especial sean separados correctamente para su reciclaje o disposición final.

El manejo de residuos peligrosos será un proceso que se lleve a cabo en dos etapas, la primera será la correcta recolección de los mismos y la segunda etapa consistirá en la disposición final de éstos.

La separación de los residuos sólidos no peligrosos en orgánicos e inorgánicos trae consigo grandes beneficios al momento de su correcto manejo, dado que desde un inicio aumenta las posibilidades de una correcta selección de aquellos residuos que pueden ser reciclables.

VII.6.3.4. PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Durante la totalidad de las actividades del **Proyecto**, se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de las medidas tanto de control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo.
El Programa está enfocado en realizar una inducción inicial a todo el personal que esté relacionado con las actividades del **Proyecto**, así como el programar capacitación periódica con los temas de las acciones a implementar y la impartición de charlas diarias para la concientización del personal con temas relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente.

Estas actividades se deberán evidenciar mediante la generación de registros para cada una de las actividades calendarizadas, dichos registros deben contar con información del personal que imparte la capacitación, el personal asignado debe contar con el conocimiento y la capacidad técnica para su impartición, adicionalmente estos registros contarán con datos como el nombre y firma de quien recibe la capacitación, la fecha de la realización, el tiempo de duración y el tema impartido.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Objetivo: se prevé la capacitación del personal de obra en cada una de las etapas del **Proyecto** a cerca de la importancia del cuidado del ambiente, la correcta aplicación de las acciones específicas, la importancia de las buenas prácticas durante la construcción, principalmente.

Indicador de realización y eficacia: para la comprobación, se prevé la verificación de los siguientes indicadores:

Tabla VII.16. Indicadores de evaluación de las acciones de educación ambiental.

Indicador	Descripción	Comprobación
100% de personal capacitado	Mediante los registros se podrá determinar el número de personas que recibieron capacitación y compararse con la plantilla total de trabajadores	Listas de asistencia Plantilla de trabajadores

Además, se realizarán observaciones en los frentes de trabajo, para lo cual es importante la supervisión y verificación de la aplicación de los conocimientos impartidos.

Frecuencia: la establecida en la programación de las charlas, capacitación e inducción.
Valor umbral: 100% del cumplimiento de la programación.

Momento de análisis: con periodicidad mensual. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, y en caso de ser necesario durante la operación.

Medidas complementarias: Una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VII.6.3.5. PROGRAMA DE REVEGETACIÓN

Objetivo general:

Desarrollar la revegetación en las áreas donde sea factible con especies herbáceas y arbustivas nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la implementación del **Proyecto**.

Objetivos específicos:

- Realizar la revegetación, en las áreas donde sea factible.
- Revegetar con plantas nativas de la zona.
- Realizar reposición de las pérdidas de plantas un año después del desarrollo de la revegetación.
-

Procesos de planeación de la revegetación.

El desarrollo de la revegetación depende principalmente de cinco factores fundamentales:

1. La selección correcta de especies herbácea y arbustivas.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

2. El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
3. Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta.
4. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
5. La aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo de las áreas revegetadas.

Además de lo anterior, se deben considerar los siguientes puntos (secciones) de la planeación para obtener un mayor éxito.

A. Al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.

Retirar del envase sin dañar la raíz (retirar la planta de la cavidad de la charola).

Después de haber colocado la planta, se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.

Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero donde se adquieran hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el movimiento.

Para el caso de la revegetación con material vegetativo, se recomienda su recolección de plantas sanas y vigorosas, así como al ser plantadas, tienen que tener la herida cicatrizada o con el nacimiento de raíces si es el caso.

B. Temporada de la Revegetación

Este factor tiene influencia directa en la sobrevivencia de la planta y en el crecimiento inicial, de tal forma que la plantación se debe establecer cuando se presente el balance hídrico más adecuado (alta humedad atmosférica y coeficiente de evaporación mínimo).

La mejor época de plantación es cuando el sitio cuenta con las siguientes condiciones: suelo húmedo, precipitación presente, mínima evapotranspiración, sistema radicular de la planta en latencia.

Considerando lo anterior, se propone que se realice el trabajo de plantación en los meses de julio y agosto, por ser la época de lluvias.

C. Seguimiento de la revegetación

En esta etapa se realizan diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la restitución ecológica, para asegurar su permanencia. Para el presente trabajo de revegetación se plantea que se desarrolle a cinco años. Las actividades de seguimiento son las siguientes:

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Control de maleza - El control de la maleza es recomendable y consiste en eliminar toda vegetación indeseable que limite el desarrollo de las plantas reforestadas. Este trabajo puede hacerse de manera manual o mecánica empleando diferentes tipos de equipo y herramientas. La maleza removida es susceptible de ser utilizada como arrope para guardar humedad.

Fertilización - Es recomendable usar fertilizaciones a base de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos naturales son más inocuos con el medio ambiente, aunque su disponibilidad es limitada para proyectos de grandes dimensiones.

Reposición de plantas muertas - Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas muertas a un año de esta, contemplando un 20% de mortandad.

Monitoreo de plagas y enfermedades - Se realizarán recorridos periódicos para detectar posibles brotes de plagas y enfermedades y así aplicar las medidas correctivas correspondientes.

Cronogramas de actividades - Es importante llevar un control temporal de las actividades que se van a realizar durante la revegetación, pues esto permite darle seguimiento al plan de trabajo establecido. En la siguiente tabla se muestra el cronograma de actividades. La revegetación se ejecutará durante la etapa de operación del **Proyecto.**

Tabla VII.17. Cronograma de acciones para la Revegetación.

Actividad	Meses												Año				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Selección de las áreas para revegetar																	
Determinación de cantidad y especies requeridas																	
Obtención de planta de vivero																	
Recolección de planta de material vegetativo																	
Preparación del terreno																	
Transporte de planta																	
Plantación																	
Fertilización de la plantación																	
Seguimiento (5 años)																	
Mantenimiento de áreas revegetadas (1 año)																	
Mantenimiento de otras obras (5 años)																	
Recorridos de monitoreo																	

Indicadores de revegetación

Para medir los resultados obtenidos por la aplicación de las medidas propuestas, se proponen los siguientes indicadores de eficacia:

Tabla VII.18 Indicadores de Eficacia para la Revegetación

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Objetivo	Nombre del Indicador	Método del Cálculo	Unidad	Medición	Meta (%)
Evaluación general de la revegetación, y obras de conservación de suelo	Porcentaje de superficie forestal atendida con acciones de recuperación	(Superficie acumulada atendida con acciones de revegetación y restauración de suelos / Superficie programada con acciones de revegetación y restauración de suelos *100	Porcentaje	Anual	100
Sobrevivencia de la revegetación	Porcentaje de sobrevivencia en campo de la revegetación	((plantas vivas) / (plantas vivas + plantas muertas)) * 100	Porcentaje	Anual	80
Superficie con acciones de revegetación ejecutados	Porcentaje de avance en las acciones de revegetación.	(Superficie con acciones de revegetación) / (Superficie comprometida para la ejecución de acciones de revegetación) *100	Porcentaje	Trimestral	100
Cobertura de la revegetación	Porcentaje de cobertura de la meta programada de revegetación.	(Superficie comprometida para la ejecución de acciones de revegetación /Superficie programada para la ejecución de acciones de revegetación) *100	Porcentaje	Trimestral	80
Obras de conservación de suelo	Porcentaje de cobertura de la meta programada de las obras de conservación de suelo	(Superficie comprometida para la ejecución de acciones las obras de conservación/Superficie programada para la ejecución de acciones de las obras de conservación de suelo) * 100	Porcentaje	Trimestral	100

VII.6.3.6. ACCIONES ENCAMINADAS A LA CONSERVACIÓN DE SUELOS

Mediante estas acciones se busca implementar una serie de técnicas encaminadas a la conservación y protección de los suelos en el área de establecimiento del **Proyecto**, con la finalidad de evitar un incremento en la erosión, así como el manejo del recurso edáfico.

El área destinada para aplicar estas acciones corresponde a la superficie donde será establecido el **Proyecto**; sin embargo, de encontrarse áreas que requieran de la aplicación de las técnicas para evitar un mayor deterioro que pueda comprometer alguno de los componentes del **Proyecto**, se evaluará la aplicación de técnicas de manejo.

Las tareas que pueden afectar los suelos son, sobre todo, la remoción de la vegetación en una superficie de 13.021 ha de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia relativa a la vegetación forestal y no forestal de todas las superficies necesarias para la ejecución de las obras. Se prevé la construcción de cortacorrientes que permitan conducir el agua de lluvia a los drenajes naturales y/o a un terreno no modificado.

Objetivo de las acciones específicas: determinar las acciones de conservación de suelos para evitar en la medida de lo posible el incremento de la erosión del suelo en el área el **Proyecto**.

Indicador de realización: Su objetivo es medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas. En esta dirección, se tendrán los siguientes indicadores:

Tabla VII.19. Indicadores de evaluación de las acciones de conservación de suelos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Indicadores	Comprobación	Valor mínimo aceptable
Porcentaje de cumplimiento de las acciones propuestas para el control de erosión de suelos (%CA):	$\%CA = \left(\frac{Acciones\ realizadas}{Acciones\ propuestas}\right) * 100$ ▪ Evidencia fotográfica de realización, bitácoras de registro de cumplimiento y recorridos de supervisión.	100% de la ejecución de las acciones
Regeneración natural con herbáceas y con actividades de reforestación (RV):	$RV = \frac{Superficie\ revegetada}{Superficie\ total}\ x\ 100$ ▪ Evidencia fotográfica de áreas con presencia de revegetación	Al paso del tiempo se deberá observar la regeneración natural con herbáceas
Mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos	$\text{Mm}\ (\%) = \left(\frac{Msm}{Ntm}\right) * 100$ Donde: Mm (%) = porcentaje de mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos Msm = número de maquinaria, equipo y vehículos sometida a mantenimiento Ntm = número total de maquinaria, equipo y vehículos	El 100% de la maquinaria, equipo y vehículos deberán ser sometidos a mantenimiento

Frecuencia: la frecuencia con la que corroborará la buena aplicación de las medidas que se desarrollaran para la conservación de suelo y control de erosión, está en función de la actividad que se desarrolle.

Valor umbral: 100% del cumplimiento de la programación. Se deberá recabar la evidencia que demuestre que las actividades del **Proyecto** no incrementan la erosión del sitio y en el mejor de los casos las acciones propuestas favorecen la sedimentación del suelo.

Monitoreo de análisis: Con periodicidad mensual. La aplicación de las medidas iniciará en la etapa de preparación del sitio, continuarán durante la construcción y, para el seguimiento se prevén al menos por dos años de operación del **Proyecto**.

Medidas complementarias: una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VII.6.3.7. ACCIONES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Como medida adicional para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero y prevenir posibles eventos de contaminación al suelo y agua por el desarrollo de las actividades del **Proyecto** se implementarán actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo, las cuales tienen por objeto lograr el correcto funcionamiento de los diversos equipos y vehículos que formarán parte del **Proyecto**. Estas actividades se han establecido como medidas de supervisión, gestión y control de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo.

A través de la implementación de las medidas de mantenimiento de maquinaria y equipos, se busca evitar o minimizar los impactos relacionados con la presencia de maquinaria y equipos en el **AP**; por

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

lo que, se proponen procedimientos que garanticen el correcto funcionamiento de la maquinaria utilizada en el desarrollo del **Proyecto**, mismos que se pueden dividir en:

a) **Mantenimiento preventivo:** detectar fallas repetitivas, aumentar la vida útil de los equipos, disminuir costos de reparaciones. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceite y lubricantes, etc.

b) **Mantenimiento correctivo:** reparar diferentes partes de los equipos y vehículos en el momento en que dejan de funcionar o se detectan fallas.

c) **Mantenimiento vehicular:** conservar en óptimas condiciones de uso los vehículos y equipos; gestionar las necesidades para el mantenimiento preventivo correspondiente.

Objetivo de las acciones: determinar las acciones de mantenimiento de maquinaria, equipo y parque vehicular para evitar en la medida de lo posible el incremento de la calidad del aire en el área el **Proyecto**.

Indicador de realización: Su objetivo es medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas.

Frecuencia: la frecuencia con la que corroborará la buena aplicación de las medidas que se desarrollaran para el mantenimiento de maquinaria y equipos, está en función de la programación establecida.

Valor umbral: 100% del cumplimiento de la programación. Se deberá recabar la evidencia que demuestre que la maquinaria, equipos y parque vehicular fue sometida a mantenimiento.

Monitoreo de análisis: Con periodicidad mensual. La aplicación de las medidas iniciará en la etapa de preparación del sitio, continuarán durante la construcción y, en caso de que se requiera maquinaria, equipos y vehículos durante la operación, se deberá continuar con estas acciones.

Medidas complementarias: una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VII.6.3.9. PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y REFORESTACIÓN

Objetivo general

Desarrollar una restauración y reforestación en el **AP**, en las zonas contiguas a las zonas de conservación de vegetación forestal que el **Proyecto** conservará y protegerá. Dicha restauración y reforestación se realizará principalmente con especies nativas del área del **Proyecto**, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación de 13.021 has por la implementación del **Proyecto**. Este programa se llevará a cabo en una superficie de 13.021 has.

Objetivos específicos

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Realizar una restauración y reforestación en el **AP** con fines de compensación y restauración forestal y con el objetivo principal de incrementar las zonas de conservación que protegerá el **Proyecto**, y para incrementar la conectividad de los ecosistemas presentes en el **AP**, **AI** y **SAR**.
- Reforestar con plantas nativas de la zona.
- Realizar reposición de las pérdidas de plantas un año después del desarrollo de la restauración y reforestación en el **AP**.

Procesos de planeación de la restauración y reforestación ecológica

El desarrollo de la restauración y reforestación en el **AP** depende principalmente de cinco factores fundamentales:

6. La selección correcta de especies en el sitio a restaurar y reforestar.
7. El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
8. Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar.
9. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
10. La aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Además de lo anterior, se deben considerar los siguientes puntos (secciones) de la planeación para obtener un mayor éxito.

Selección del sitio a reforestar

Las áreas donde se establecerán las acciones de restauración y reforestación será en el **SAR**, y comprenderán una superficie de **13.021 hectáreas**, con especies propias de la región.

Elección de las especies para restauración y reforestación

El éxito de la restauración y reforestación está basado en la elección de especies adecuadas para reforestar, ya sea que se haga la restauración por semilla, por propagación vegetal (partes de las plantas) o con individuos completos. Para esto conviene elegir las especies provenientes de las actividades de rescate de vegetación, así como especies de la región que mejor se adapten a las condiciones del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras. Para elegir la especie o especies adecuadas hay que realizar un recorrido previo y documentar las especies presentes cercanas al área a reforestar.

El objetivo del presente trabajo de restauración y reforestación tiene fines de restauración, por lo que se deben seleccionar preferentemente las especies forestales nativas con posibilidades de cubrir de manera más rápida de las superficies desprovistas de vegetación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

En este sentido, se tiene que, del inventario de la totalidad de las especies a remover serán de acuerdo con lo señalado en el Capítulo IV del presente **DTU**, así como lo señalado en las bases de datos del mismo Capítulo.

La cantidad de los individuos para emplear en la reforestación depende de las especies, así como de los individuos por hectárea (ind/ha) registrados en los muestreos, además de considerar las densidades recomendadas por la CONAFOR para los tipos de vegetación que presenta el **Proyecto** y el **SAR**.

Es así como, de acuerdo con el inventario, la compensación por la pérdida de la cobertura vegetal se establecerá de acuerdo con los siguientes criterios:

1. No se considerarán las especies herbáceas ni los pastos que se someterán a afectación.
2. Se compensarán los individuos que se removerán al 100% que tengan menor índice de Valor de Importancia (IVI).
3. Se compensará el 100% de los individuos que sean menores a 1.5 metros, para las especies arbustivas.

Criterios a considerar en las áreas restaurar y reforestar

Las características ambientales mínimas que se eligen para la restauración y reforestación son las siguientes:

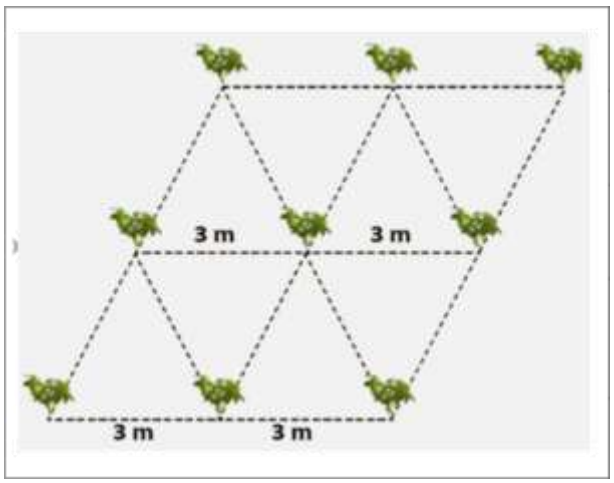
- Áreas donde se pueda incrementar las zonas de conectividad con el **AP**, **AI** y **SAR**.
- Profundidad de suelo de por lo menos 30 cm.
- Textura de suelo que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados y textura adecuada).
- Existencia de un estrato herbáceo que al menos alcance a cubrir el 80% del terreno.
- Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo, que si se acompañara la restauración y reforestación con obras de apoyo.
- Terrenos que presenten el mismo clima del área del **Proyecto**, en el cual se presente el mismo tipo de vegetación.

Restauración y reforestación en tres bolillos

Las plantas se colocarán formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Este arreglo se deberá utilizar en terrenos con pendientes mayores a 20%, aunque también se puede utilizar en terrenos planos. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Figura VII.2. Diseños a tres bolillos.



Maniobras de la restauración y reforestación

D. Embalaje y transporte

Para asegurar el éxito de la restauración y reforestación se debe evitar la excesiva manipulación de las plantas, en ese sentido, si la distancia entre el vivero y la plantación es considerable, las plantas se deberán de transportar con el mayor cuidado posible utilizando un método de embalaje apropiado para la manipulación y exposición de plantas al aire libre y viento.

Al comenzar la restauración y reforestación, se iniciará conjuntamente un traslado intenso y movilización de plantas desde el vivero hacia las áreas donde se posicione la planta para las cuadrillas de plantación.

Se recomienda evitar el traslado, manipulación y movilización excesiva de plantas ya que cuando el sistema radicular de la planta se expone a la acción desecante del viento y del sol, el cual produce deshidratación dé la raíz, se provoca un bajo prendimiento de la plantación.

Para la plantación se asegurará que cada plantador use una caja de plástico chica con capacidad para 100 plantas por charola.

No se debe de manipular la planta tomándola del follaje ya que puede producir daños mecánicos como la rotura del tallo.

Además, las raíces no deben exponerse por demasiado tiempo a condiciones de altas temperaturas.

E. Selección de plantas

Uno de los aspectos importantes a considerar una vez preparado los sitios de la restauración y reforestación, es la condición de la planta a utilizar, lo que garantiza en gran medida la sobrevivencia deseada. En la actualidad, la producción de plantas tiende a efectuarse en contenedores especiales que ofrecen mayores beneficios en el cuidado y manipulación tanto en el lugar de producción como en el traslado hacia la plantación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Es necesario que la planta tenga suficientes raíces finas que son las que crecen más rápido y absorben mejor los nutrientes y el agua y el sustrato debe ser lo suficientemente firme de manera que no se disgregue al extraer la planta del contenido.

- ✓ **Las raíces no deben presentar enrollamientos ni deformaciones**

Se debe desechar toda aquella planta que presente daños en el tallo, raíces o inserciones de las hojas al tallo bien sea por hongos o cualquier otro tipo de agente patógeno.

La planta debe presentar una sola guía principal no muy tierna ya que será más sensible a daños tanto físicos como de tipo fitosanitario.

- ✓ **Procedencia de las plantas**

La procedencia de la planta es muy importante para asegurar su sobrevivencia y permanencia en los sitios después de la restauración y reforestación.

Para la producción de planta en vivero lo más conveniente es que la recolección de semillas forestales provenga de la misma zona y que además cuente con las mismas características ecológicas del área a reforestar.

F. Técnica y establecimiento de la plantación

Para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la Restauración y Reforestación con mayor eficiencia y economía.

Es importante considerar además la experiencia en actividades de Restauración y Reforestación por parte de los ejecutantes y los asesores. En caso de identificar deficiencias en alguno de los factores es necesario implementar acciones de capacitación práctica que ayuden a mejorar las actividades de restitución ecológica.

El tipo de técnica aplicada será manual, para lo que se utilizarán herramientas tales como pala y un pico con el que se le da la forma de media luna.

Se recomienda regar las plantas en el vivero donde se adquieran, previo al traslado para facilitar la extracción del recipiente que la contiene, sin que se destruya el sustrato que la sostiene y asegurar el aprovisionamiento de agua para los primeros días después de la plantación.

G. Durante la plantación

Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.

Retirar del envase sin dañar la raíz (retirar la planta de la cavidad de la charola).

Después de haber colocado la planta, se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero donde se adquieran hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el movimiento.

Para el caso de restauración y reforestación con material vegetativo, se recomienda su recolección de plantas sanas y vigorosas, así como al ser plantadas, tienen que tener la herida cicatrizada o con el nacimiento de raíces si es el caso.

H. Temporada de la restauración y reforestación

Este factor tiene influencia directa en la sobrevivencia de la planta y en el crecimiento inicial, de tal forma que la plantación se debe establecer cuando se presente el balance hídrico más adecuado (alta humedad atmosférica y coeficiente de evaporación mínimo).

La mejor época de plantación es cuando el sitio cuenta con las siguientes condiciones: suelo húmedo, precipitación presente, mínima evapotranspiración, sistema radicular de la planta en latencia.

Considerando lo anterior, se propone que se realice el trabajo de plantación en los meses de julio y agosto, por ser la época de lluvias.

I. Seguimiento de la restauración y reforestación

En esta etapa se realizan diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la restitución ecológica, para asegurar su permanencia. Para el presente trabajo de restauración y reforestación se plantea que se desarrolle a cinco años. Las actividades de seguimiento son las siguientes:

Control de maleza - El control de la maleza es recomendable y consiste en eliminar toda vegetación indeseable que limite el desarrollo de las plantas reforestadas. Este trabajo puede hacerse de manera manual o mecánica empleando diferentes tipos de equipo y herramientas. La maleza removida es susceptible de ser utilizada como arrope para guardar humedad.

Fertilización - Es recomendable usar fertilizaciones a base de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos naturales son más inocuos con el medio ambiente, aunque su disponibilidad es limitada para proyectos de grandes dimensiones.

Reposición de plantas muertas - Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas muertas a un año de esta, contemplando un 20% de mortandad.

Monitoreo de plagas y enfermedades - Se realizarán recorridos periódicos para detectar posibles brotes de plagas y enfermedades y así aplicar las medidas correctivas correspondientes.

Cronogramas de actividades - Es importante llevar un control temporal de las actividades que se van a realizar durante la restauración y reforestación, pues esto permite darle seguimiento al plan de trabajo establecido. En la siguiente tabla se muestra el cronograma de actividades. La restauración y reforestación se ejecutará durante la etapa de operación del **Proyecto**.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla VII.20. Cronograma de actividades para la restauración y reforestación.

Actividad	Meses													Año				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5
Revisión de las áreas para restauración y reforestación																		
Determinación de cantidad y especies requeridas																		
Obtención de planta de vivero																		
Recolección de planta de material vegetativo																		
Preparación del terreno																		
Transporte de planta																		
Plantación																		
Fertilización de la plantación																		
Seguimiento (5 años)																		
Mantenimiento de áreas reforestadas (1 año)																		
Mantenimiento de otras obras (5 años)																		
Recorridos de monitoreo																		

Maniobras de restauración y reubicación

Para medir los resultados obtenidos por la aplicación de las medidas propuestas, se proponen los siguientes indicadores de eficacia:

Tabla VII.21. Indicadores de Eficacia.

Objetivo	Nombre del Indicador	Método del Cálculo	Unidad	Medición	Meta (%)
Evaluación general de la reforestación, revegetación, y obras de conservación de suelo	Porcentaje de superficie forestal atendida con acciones de recuperación forestal	(Superficie acumulada atendida con acciones de reforestación y restauración de suelos / Superficie programada con acciones de reforestación y restauración de suelos *100	Porcentaje	Anual	100
Sobrevivencia de la restauración y reforestación	Porcentaje de sobrevivencia en campo de la restauración y reforestación-PEF	((plantas vivas) / (plantas vivas + plantas muertas)) * 100	Porcentaje	Anual	80
Superficie con acciones de restauración y reforestación ejecutados	Porcentaje de avance en las acciones de restauración y reforestación.	(Superficie con acciones de reforestación) / (Superficie comprometida para la ejecución de acciones de reforestación) *100	Porcentaje	Trimestral	100
Cobertura de la restauración y reforestación, así como la revegetación	Porcentaje de cobertura de la meta programada de restauración reforestación.	(Superficie comprometida para la ejecución de acciones de reforestación/Superficie programada para la ejecución de acciones de reforestación) *100	Porcentaje	Trimestral	80

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Obras de conservación de suelo	Porcentaje de cobertura de la meta programada de las obras de conservación de suelo	(Superficie comprometida para la ejecución de acciones las obras de conservación/Superficie programada para la ejecución de acciones de las obras de conservación de suelo) * 100	Porcentaje	Trimestral	100

VII.6.3.10. PROGRAMA ANTIELECTROCUCIÓN DE FAUNA VOLADORA

Es importante destacar que el Presente Programa está orientado a monitorear la biodiversidad de fauna voladora presente en el área del Proyecto (incluyendo las residentes y migratorias) y a determinar entre otras cosas, aspectos tales como el comportamiento de vuelo; la ubicación de zonas o posibles áreas de anidación, alimentación o percheo en el área del **Proyecto**, y así poder evaluar la posible interacción de las aves con respecto a las LT y de esta manera llevar un registro de las posibles electrocución de aves, particularmente las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Objetivos

General

Realizar el monitoreo de las aves y así definir la estrategia y metodología para ejecutar las acciones de protección contra electrocución principalmente de las especies de fauna voladora, así como el control y seguimiento de la incidencia del **Proyecto** sobre la avifauna.

Particular

a) Ahuyentamiento de individuos del área del **Proyecto** y del Derecho de vía de las LTE antes del inicio de despalme y limpieza del terreno, durante la construcción y en la etapa de operación y mantenimiento.

Responsables del desarrollo del Programa

Para la implementación del programa, la empresa contempla la contratación de técnicos especializados con amplia experiencia en la ejecución de actividades de protección a la fauna voladora. En función de estos técnicos especializados y a los requerimientos del **Proyecto**, de manera inicial se contempla la contratación de jornales, mismos que serán capacitados para la implementación del programa. El número de jornales puede ser variable y estará en función de las actividades del **Proyecto**, en sus diferentes etapas.

Metodología

Se utilizarán métodos indirectos y directos, estructurados y no estructurados para optimizar resultados.

- Los métodos indirectos son aquellos que permiten la detección de la fauna voladora a partir de dispositivos instalados o elementos que delatan su presencia, ya sea por rastros, comportamiento, biología o registros anteriores.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- Los métodos directos son aquellos que permiten ver y en algunas ocasiones capturar a los individuos.
- Los métodos estructurados son aquellos que siguen una serie de pasos sistematizados, y permiten hacer un análisis estadístico.
- Los métodos no estructurados son la información complementaria para obtener mayor información.

Indicadores

Para dar seguimiento a las acciones del presente programa se tiene los siguientes indicadores para evaluar el éxito de la ejecución de las actividades que se contemplan en el Programa:

Etapa del Programa	Parámetro	Indicador de referencia para evaluar el éxito de las acciones del programa	Acción correctiva
Ahuyentamiento	Número de individuos ahuyentados	100% de la superficie autorizada sometida a actividades de ahuyentamiento	Recorridos en las diferentes etapas del Proyecto
Monitoreo	Aumento o disminución del número de especies y de individuos por especie	Número de especies y de individuos a final de ciclo = al número de especies y de individuos a inicio del ciclo	Medidas de mitigación

VII.7. Información necesaria para la fijación de montos y fianzas

La información necesaria para determinar el valor de las medias de prevención y mitigación establecidas en el presente **DTU** parten específicamente de la integración del Programa de Vigilancia Ambiental, así como de los términos y condicionantes sean establecidos en el oficio Resolutivo que para tal efecto expida la Autoridad, con ambos elementos se podrá estimar el monto de la garantía financiera para las actividades en cada etapa del **Proyecto** como lo son la etapa de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento, cierre y abandono del **Proyecto**.

El análisis de costos de las obras y actividades que deberán realizarse durante las diferentes etapas del **Proyecto** y sus obras asociadas para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos y riesgos ambientales. A partir de los valores que se obtengan se propondrán los montos por la promovente, quién deberá asegurarse a fin de estar cubierto ante eventuales daños al ambiente que pudieran ocurrir durante la preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento, cierre y abandono del **Proyecto**.

Los costos de las medidas de prevención y mitigación de la etapa de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento, cierre y abandono se derivan de costos unitarios por el desarrollo de las actividades de ejecución y de inspección a precios de mercado por hora hombre o en su caso por la prestación del servicio completo en la ejecución de los programas específicos que se ejecutarán.

Para el caso de algunas de las condicionantes y términos los costos derivarán de las gestiones administrativas y de pagos de derechos cuando se traten de modificaciones o ampliaciones, así como la integración de solicitudes e informes ante la autoridad ambiental.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Para la evaluación de los impactos ambientales por el desarrollo del **Proyecto**, se considera realizar la descripción de éste y sus elementos, lo que puede ser motivado por la obligación de la garantía financiera por la presencia de especies en algún estatus de protección de conformidad a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Por lo que el monto definitivo de la garantía financiera se debe de realizar una vez que haya sido aprobado el **Proyecto** para integrar el cumplimiento de los términos y condicionantes que se establezcan por parte de la Autoridad.

VII.7.1. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo de cambio de uso de suelo

A continuación, se realiza la estimación del costo de las actividades de restauración por motivo del cambio de uso de suelo propuesto en función de lo que costaría llevar el ecosistema propuesto para afectación a una condición similar a la que presentaba cuando sustentaba vegetación, bajo el supuesto de que el cambio de uso de suelo ya ha sido realizado.

En este sentido, es importante mencionar que la estimación presentada no se encuentra basada en los niveles de equivalencia ni en los costos de restauración publicados por la Comisión Nacional Forestal (**CONAFOR**), sino que únicamente toma como referencia el valor señalado por hectárea para el desarrollo de las actividades inherentes a las actividades involucradas en el proceso de restauración, razón por la cual se consideran adecuados los costos señalados en las diferentes variables involucradas en dicho programa, toda vez que, por no ser este llevado a cabo en la realidad, los costos que maneja la Comisión para cada uno de los conceptos (Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 08 de marzo de 2023), representan la mejor alternativa de suposición para llegar a determinar el costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo propuesto.

La restauración de las áreas forestales va encaminada principalmente a restablecer las condiciones naturales de un sitio, que eviten la pérdida del suelo y mejore la cobertura vegetal, con la consecuente regulación de la función retenedora del agua, por lo que los cálculos aquí expresados se basan en la posibilidad de promover el establecimiento de plántulas que, con las precauciones consideradas recuperarían eventualmente el paisaje original. Los costos relacionados con la pérdida de la diversidad genética, los bienes y servicios que presta el ecosistema, tales como la limpieza del aire, la liberación de oxígeno y la captura de dióxido de carbono, entre otros, no han sido considerados.

En resumen, dada la diversidad de los costos asociados a las prácticas de restauración, a continuación, se enlistan de manera general las principales obras y actividades que influyeron en dicho proceso:

- ✓ Evaluación preliminar (selección del sitio).
- ✓ Selección de las especies a plantar.
- ✓ Adquisición y características de la planta a utilizar.
- ✓ Preparación del terreno.
- ✓ Diseño de la plantación.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- ✓ Plantación.
- ✓ Época de la plantación.
- ✓ Replantación.
- ✓ Asesoría técnica.

VII.7.2. Evaluación preliminar (selección del sitio)

La variación en las condiciones de deterioro del ecosistema que se pretende restaurar conlleva a una serie de diferentes prácticas que podrían adoptarse, motivo por el cual resulta indispensable la realización de un dictamen preliminar para determinar la metodología más adecuada para cada sitio. Dicha evaluación incluye la visita por un experto en la materia al área de estudio, quien determina en un informe técnico la vía de rehabilitación a seguir. Es responsabilidad del evaluador georreferenciar el área exacta a rehabilitar y proponer las especies vegetales a utilizar para la revegetación.

En este sentido, la plantación se deberá haber realizado de forma planeada, considerando la extensión total solicitada para cambio de uso de suelo. La zona donde se realiza la restauración debe presentar los requerimientos adecuados para facilitar el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales, tales como una textura arenosa, de buena profundidad, baja pedregosidad y buen drenaje, aspectos que posteriormente facilitan los cuidados necesarios, como por ejemplo la eliminación de malezas. Así mismo, se debe de disponer de agua para aplicar riesgos eventuales durante los primeros cinco años para lograr un mayor índice de sobrevivencia de la plantación; la cual debe aplicarse durante la época de seca.

Tabla VII.22. Costo previsto para la evaluación preliminar.

Concepto	Costo ($)
Participación del experto en la materia	[redacted]
Viáticos y materiales	
Subtotal	

VII.7.2.1. Obras de conservación de suelos

El suelo es un recurso natural considerado como no renovable debido a lo difícil y costoso que resulta recuperarlo. Las acciones de conservación y restauración de suelos, detienen el avance de la degradación de tierras, incrementan la recarga de acuíferos e influye en el ciclo del agua, se incrementa la disponibilidad de nutrientes del suelo, aumenta la sobrevivencia de reforestaciones, así como la reducción de emisiones de carbono a la atmósfera, y, por tanto, detienen la desertificación y apoyan en la mitigación del cambio climático.

Entre las obras de prácticas de conservación de suelos reconocidas por la CONAFOR, se encuentran las:

[3] Tomando en cuenta con base en la asesoría técnica del Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 08 de marzo de 2023.

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

- ✓ Terrazas individuales para la reforestación.

Se tiene como dato que por cada hectárea de cambio de suelo o pérdida de cobertura vegetal para la conservación del suelo se requieren 417 terrazas individuales para la reforestación.

Los costos de conservación de suelos publicados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), mediante el Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 08 de marzo de 2023, se tiene un costo unitario de $5,387.64.

Tabla VII.23. Costos por conservación y restauración de suelos para el ecosistema forestal.

Concepto	Unidad medida	Costo unitario ($)/ha	Cantidad mínima ($)	Costo ($)/ha	Superficie de Reforestación/ Restauración	Total ($)
Restauración de suelos: Terrazas individuales para la Reforestación	Piezas	12.92	417	5,387.64	**13.021 ha**	**$70,152.46**

VII.7.2.2. Reforestación

De acuerdo con la **CONAFOR** la reforestación se realiza usando planta de rápido crecimiento producida en contenedor de 200 ml, con una estancia en vivero de menos de 6 meses y la reforestación se hace en el terreno con pala plantadora o talacho.

Con base en los datos de rendimientos y costos señalados se tiene que los costos de las actividades son los siguientes:

Tabla VII.24. Costos por reforestación de suelos para el ecosistema forestal.

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario ($)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha ($)
Producción de planta	Planta	1.96	625	1,225.00
Transporte de planta	Planta	0.11	625	68.75
Reforestación	Planta	2.06	625	1,287.50
Total				2,581.20

El costo por hectárea se obtiene de multiplicar el costo unitario de cada actividad por el número de plantas a restablecer.

Tabla VII.25. Costos de reforestación.

Concepto	Costo ($)/ha	Superficie	Total ($)
Reforestación	$2,581.20	**13.021 ha**	**33,609.80**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

La combinación de las condiciones del suelo, de los factores climáticos y de los agentes bióticos que prevalecen en el área constituyen los factores del sitio que se consideraron para asegurar la restauración exitosamente; motivo por el cual se optó por la utilización de especies nativas de la región, las cuales se encuentran bien adaptadas al área de estudio, respetando la composición de la comunidad vegetal.

VII.7.2.3. Mantenimiento

En ciertas ocasiones, las prácticas de restauración o la plantación misma no tienen el éxito esperado debido a la influencia de los diferentes factores que intervienen en el proceso, tales como el vigor de las plantas, las características físicas del sitio, los cuidados requeridos durante la fase de plantación, la época y/o condiciones atmosféricas, etc.; por lo anterior, se debe contar con una alternativa si alguno de esos factores se presenta o se constituye como deficiente para lograr los objetivos de la restauración planteada.

Por tal motivo se considera que, si transcurrido un año de la plantación se estima una sobrevivencia menor al 85%, se recurrirá a la actividad de replanteo para la sustitución de aquellas plantas que no hayan cumplido con el objetivo de lograr establecerse en el terreno.

La siguiente tabla muestra los costos requeridos para la replantación (transporte y replante), considerando el costo por hectárea para el tipo de ecosistema en cuestión, citado por la CONAFOR en el Diario Oficial de la Federación de fecha 08 de marzo de 2023 incluyendo el transporte de la planta.

Tabla VII.26. Costos de mantenimiento en un sistema tropical.

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario ($)	Cantidad mínima ($)	Costo ($)/ha	Superficie (ha)	Total ($)
Mantenimiento 1er año	Producción de planta para replante	Planta	4.5	312	1,404.00	13.021	18,281.48
	Transporte de planta para replante	Planta	0.55	312	171.6		2,226.59
	Reforestación de la planta	Planta	7.89	312	2,461.68		32,053.53
	Deshierbe en terrazas individuales	Deshierbe	8.34	625	5,212.50		67,871.96
Mantenimiento 2do año	Producción de planta para replante	Planta	4.5	188	846		11,015.76
	Transporte de planta para replante	Planta	0.55	188	103.4		1,346.37
	Reforestación de la planta	Planta	7.89	188	1,483.32		19,314.30
	Deshierbe en terrazas individuales	Deshierbe	8.34	625	5,212.50		67,871.96

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario ($)	Cantidad mínima ($)	Costo ($)/ha	Superficie (ha)	Total ($)
Mantenimiento 3er año.	Producción de planta para replante	Planta	4.5	125	562.5		7,324.31
	Transporte de planta para replante	Planta	0.55	125	68.75		895.19
	Reforestación de la planta	Planta	7.89	125	986.25		12,841.96
	Deshierbe en terrazas individuales	Deshierbe	8.34	625	5,212.50		67,871.96
Total					**23,725.00**	**13.021**	**308,923.22**

Tabla VII.27. Costos de mantenimiento de la restauración y reforestación para los primeros tres años.

Concepto	Costo ($)/ha	Superficie	Total ($)
Mantenimiento	$23,725.00	**13.021 ha**	**308,923.22**

Tabla VII.28. Costos de mantenimiento de la reforestación.

Concepto	Costo ($)/ha	Superficie	Tiempo (Años)	Total ($)
Mantenimiento	$6,830	13.021 ha	20 años	**2,162,462.54**

VII.7.2.4. Protección

Se cuidará de manera permanente al recurso de la presencia de incendios forestales durante todo el año, principalmente en la época de sequía (marzo a junio), que es cuando más probabilidades hay de su presencia. La prevención, control y combate de incendios, se menciona la infraestructura y actividades a realizar en la prevención y combate de incendios forestales.

Tabla VII.29. Costos de protección en un sistema tropical.

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario ($)	Cantidad mínima por ha	Costo por ha ($)
Brecha de fuego	Km	7,987.70	0.068	543.16
Cercado		57,495.30	0.068	3,909.68
Total				**4,452.84**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Tabla VII.30. Costos de protección de la reforestación.

Concepto	Costo ($)/ha	Superficie de Reforestación/Restauración	Total ($)
Protección	4,452.84	13.021 ha	**57,980.42**

VII.7.2.5. Asistencia técnica

El personal que labore en estas actividades debe recibir asesoría y capacitación sobre las actividades de restauración, por lo que la tabla siguiente resume los costos previstos para este concepto, considerando un costo unitario de $1,613.76 (un mil seiscientos trece pesos 76/100 M.N.) por hectárea citado por la **CONAFOR** en la publicación del Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014.

Tabla VII.31. Costos de asesoría técnica en la reforestación.

Concepto	Costo ($)/ha	Superficie de reforestación	Total ($)
Asesoría técnica	1,613.76	13.021 ha	**21,012.76**

VII.7.3. Costo total estimado de las actividades de mitigación y compensación por el cambio de uso de suelo propuesto

La tabla siguiente resume los conceptos mencionados anteriormente y presenta la estimación total de los costos de mitigación y compensación para la superficie de cambio de uso de suelo.

Tabla VII.*32*. Estimación de los costos de las actividades de mitigación y compensación por la superficie de cambio de uso de suelo

Concepto	Costo
Costos por actividades de evaluación preliminar	$125,000.00
Costos de las obras de conservación de suelos en el CUSTF	$70,152.46
Costos por actividades de reforestación	$33,609.80
Costos por actividades de mantenimiento primeros 3 años	$308,923.22
Costos por actividades de mantenimiento etapa de operación (20 años)	$2,162,462.54
Costos por actividades de protección	$57,980.42
Asesoría técnica	$21,012.76
Total	**$2,779,141.20**

Somos un despacho adherido al Pacto Mundial de las Naciones Unidas

Documento Técnico Unificado (DTU)
Modalidad B - Regional

PROYECTO:

“LÍNEA DE TRANSMISIÓN NORTE LA ALEGRÍA SOLAR”

PROMOVENTE:

“SUNSTONE POWER 2, S. DE R.L. DE C.V.”

Sunstone Power

CAPITULO VIII.
PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

PREPARADO PARA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Campeche, Campeche

Enero, 2026

CONTENIDO

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... 3
VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto..... 4
VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto..... 9
VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 12
VIII.4. Pronóstico ambiental.....17
VIII.5. Evaluación de alternativas 25

TABLAS

Tabla VIII 1 Estado actual y tendencia de los componentes ambientales del Proyecto 4
Tabla VIII 2 Escenario con Proyecto sin medidas de mitigación 9
Tabla VIII 3 Escenario con Proyecto y con medidas de mitigación 13
Tabla VIII 4 Resumen de Escenario sin Proyecto, Escenario con Proyecto sin medidas y Escenario con Proyecto con medidas 17

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se realiza un análisis de La Línea de Transmisión Norte la Alegría Solar (**Proyecto**), para visualizar un escenario sin proyecto, seguido de otro escenario con proyecto, y finalmente, uno que incluya al proyecto con sus medidas de mitigación. En este sentido, es necesario entender que un escenario se considera como la descripción provisoria y exploratoria de un futuro probable. Los escenarios describen eventos y tendencias, y cómo éstas pueden evolucionar en tiempo y espacio (Firmenich, 2009). Un escenario también se puede definir como un retrato significativo y detallado de un admisible, recomendable y coherente mundo futuro. En él, se pueden ver y comprender claramente los problemas, amenazas y oportunidades que tales circunstancias pueden presentar.

El desarrollo de los escenarios permitirá prever las posibles afectaciones que se tendrían sobre los recursos naturales, con y sin la presencia del proyecto, permitiendo comparar las condiciones ambientales actuales y posteriores a la ejecución del mismo.

Para ello, se compara la situación ambiental existente con la que se espera generar como consecuencia de la implementación del proyecto, por lo que la línea base (condiciones iniciales del Área del Proyecto, descritas en el Capítulo IV), constituye una fuente de información primordial para determinar los impactos ambientales esperados por la ejecución del **Proyecto**.

En este sentido, y una vez caracterizada la línea base del área del proyecto, así como identificados los impactos ambientales que ocasionará el mismo y establecidos los programas, medidas y acciones de prevención, mitigación y/o compensación, es posible plantear los diversos escenarios para el área en donde se pretende realizar el proyecto.

Por otro lado, para la elaboración de los pronósticos ambientales es importante considerar el carácter significativo de los impactos ambientales, ya que la significancia de los mismos es proporcional a las alteraciones que causan en los componentes ambientales.

Los diversos constituyentes del medio ambiente, entre los cuales se desarrolla la vida en el planeta, se conocen y estudian bajo el nombre de componentes y factores ambientales. Los factores ambientales son susceptibles de ser modificados por las actividades del hombre y estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar graves problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suele ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores y, entonces, ser fácilmente soportables (Conesa, 2009).

Los factores ambientales considerados por los organismos internacionales competentes pertenecen a los siguientes componentes ambientales (Conesa, 2009):

- El aire, el clima, el agua y el suelo.
- El hombre, la flora y la fauna.
- El paisaje.

- Las interacciones entre los anteriores.
- Los bienes materiales, la calidad de vida y el patrimonio cultural.
-

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción consecuencia de un proyecto o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. La alteración se mide y el impacto se evalúa por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno, o alguno de los factores que lo constituyen, en ausencia de la actividad causante y la que tiene en presencia de esta (Conesa, 2009; Gómez y Gómez, 2013).

VIII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Con apoyo de la información cartográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (**INEGI**) se revisaron las condiciones ambientales que guarda la región donde se ubica el **Proyecto** y su entorno, resaltándose las siguientes:

- Uso de suelo y vegetación: el Sistema Ambiental Regional (**SAR**) tienen incidencia en usos de suelo de bosque cultivado, pastizal cultivado, agricultura de riego y de temporal; así como en los tipos de vegetación de selva baja espinosa subperennifolia y selva mediana subcaducifolia en fase secundaria; mientras que, el **AI** y **AP** se encuentran en pastizal cultivado, agricultura de temporal y vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, de acuerdo con los registros de la cartografía de INEGI VII.

- Como rasgos principales fisiográficos se pudo determinar que se ubica en la provincia fisiográfica Península de Yucatán y subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche.

- Con respecto a la hidrología la región se enmarca dentro de la Región hidrológica RH-31 Yucatán Oeste (Campeche) la cual es de tipo exorreica.

Por otro lado, mediante trabajo de campo, se determinó que los principales usos de suelo y vegetación en el **AP** son: vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y agricultura de temporal.
A continuación, se retoman las tendencias de Diagnóstico Ambiental señaladas en el Capítulo IV del presente **DTU**, las cuales imperan en la zona de estudio del **Proyecto**, siendo lo siguiente:

Tabla VIII 1 Estado actual y tendencia de los componentes ambientales del Proyecto

Componente ambiental	Escenario actual	Tendencia
Geomorfología	El SAR y AI se ubican en sistemas de topoformas de lomerío bajo y llanura de depósito lacustre con lomerío; mientras que el AP se encuentra únicamente en lomerío bajo.	Debido a las actividades antropogénicas como la deforestación, desarrollo agrícola y pastoreo contribuirán a la erosión del suelo, modifican así el relieve del área. Asimismo, factores como el cambio climático, aceleran el impacto a la geomorfología actual.

Componente ambiental	Escenario actual	Tendencia
Suelo	En el SAR los tipos de suelo presentes son leptosol, luvisol, nitosol, phaeozem y vertisol, en el AI y AP son leptosol, luvisol, nitosol y phaeozem; de los cuales los tipos de suelo dominantes son los leptosoles	El uso de suelo y vegetación seguirá sufriendo presiones antrópicas, debido a la importancia que representa el crecimiento de la región derivado de proyectos estratégicos, en relación con el desarrollo económico sobre la región y las condiciones apropiadas para el desarrollo de proyectos. Asimismo, por la actividad pecuaria desarrollada en el área, se estiman impactos negativos debido al crecimiento y construcción de potreros, así como el aumento de ganado, mayor cantidad de caminos y brechas, introduciendo así maquinaria, incendios, etc.
Aire	El clima cálido subhúmedo presente tiene una temperatura promedio indicada por la estación consultada es de 26 °C, con una temperatura mínima de 19.3°C y una máxima de 32.8 °C. La precipitación total anual corresponde a 1323 mm, mientras que la evaporación normal es de 1396.75 mm anuales. Las emisiones de SO2 provienen principalmente de fuentes fijas de petróleo y petroquímica, así como generación de energía eléctrica, mientras que el CO proviene principalmente de fuentes móviles (vehículos de transporte), así como fuentes de área agropecuarias. Sin embargo, a nivel del SAR, AI y AP las que podrían tener mayor presencia debido a los usos de suelo e instalaciones identificadas son las fuentes agropecuarias y fuentes móviles de vehículos de transporte	Como consecuencia del cambio climático, la calidad del aire sufrirá afectaciones. Diversas actividades favorecen el problema del cambio climático, siendo una de ellas el cambio de vegetación por otras de tipo antrópico; dentro de las afectaciones se observará la modificación de los servicios ambientales del área debido a un monitoreo y vigilancia inadecuados. Asimismo, derivado de actividades pecuarias y creación de caminos y brechas para el desarrollo de esta actividad, se favorecerá la dispersión de partículas en la zona.
	Debido de las actividades en el área, se considera niveles de ruido por el uso de maquinaria.	Derivado del crecimiento urbano, el nivel de ruido aumentará debido a la construcción de vías de comunicación, viviendas, uso de maquinaria, etc.
Hidrología subterránea	La calidad de aguas subterráneas en sitios de monitoreo cercanos al Área del Proyecto presenta un semáforo de calidad verde, es decir, existe una calidad buena.	Por motivos de crecimiento urbano y debido al tipo de suelo existente en el Área del Proyecto, donde el nivel freático es somero, se impactará negativamente la calidad del agua por la construcción de letrinas y fosas sépticas, derrames, lixiviados generados por un mal manejo de residuos. Asimismo, la excreta de ganado puede contener patógenos, amoniaco, metano y otros componentes que pueden ser perjudiciales debido a la infiltración de estos en el subsuelo.
	El acuífero Península de Yucatán presenta un déficit de 0 hm³/año, mismo que se clasifica como	Se comenzará con el sellamiento de diversas áreas, disminuyendo la infiltración de la superficie, y en su caso, debido al crecimiento

Componente ambiental	Escenario actual	Tendencia
	zona de disponibilidad 3, del cual su uso principal es agrícola. Acorde del análisis de Servicios Ambientales, actualmente del 100% que se precipita, el 8.1% se infiltra.	urbano, se favorecerá la infiltración de contaminantes al subsuelo.
Flora	De acuerdo con el trabajo de campo, en el AP Para el estrato arbóreo se encontraron un total de 66 especies, de las cuales, *Randia longiloba* y *Randia truncata* es Endémica-Nativa, el resto son especies nativas. Para el estrato arbustivo se encontraron un total de 29 especies, de las cuales *Eumachia microdon* tiene una distribución Endémica-Nativa, *Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana* son especies Endémicas, el resto son especies nativas. Para el estrato Palmas se encontró una especie, siendo nativa. Para el estrato herbáceo se encontraron un total de 14 especies, de las cuales todas son nativas.	Dada la dinámica de la región con relación a las actividades antropogénicas que se, se continuará con la alteración de áreas con vegetación, como lo es la invasión de áreas para el pastoreo. En este sentido, sólo se le dará continuidad ecológica a aquellas especies que son capaces de adaptarse al desarrollo previsto de la posibilidad del crecimiento socioeconómico.
	Se revisó dentro de la NOM-059 las 110 especies enlistadas, resultando que ninguna se encuentra bajo la categoría de riesgo.	
Fauna	De acuerdo al trabajo de campo, se registró un total de 101 especies de fauna silvestre, distribuida en los principales grupos faunísticos de la siguiente manera: 71 especies de aves, 15 de mamíferos, 12 de reptiles y 3 de anfibios.	Como consecuencia de las actividades antropogénicas, crecimiento urbano y caza furtiva, la fauna será desplazada sin un control y manejo adecuado, y en su caso, será comercializada ilegalmente.

Componente ambiental	Escenario actual	Tendencia
	Respecto a la riqueza y abundancia de especies por grupo, el registro para mamíferos fue de 87 individuos distribuidos en 7 especies y 6 familias, de las cuales destacan las especies Sigmodon toltecus (Rata algodonera) con 43 registros y Sylvilagus floridanus (Conejo serrano) con 25 observaciones. En el caso de los reptiles se registró una abundancia total de 67 individuos pertenecientes a 8 especies y 6 familias, de las cuales destaca la especie Holcosus undulatus (Lagartija arcoíris) con 40 registros. En el grupo de los anfibios se registró una abundancia total de 8 individuos pertenecientes a 1 especie y 1 familia. Respecto a la riqueza y abundancia de especies por grupo, se registró para el caso de las aves una abundancia total de 1548 individuos distribuidos en 54 especies y 28 familias, de las cuales destacan las especies Hirundo rustica (Golondrina tijereta) con 429 registros y Tachycineta bicolor (Golondrina bicolor) con 377	
	Por otro do, para las aves, se registró la presencia de 9 especies que se encuentran bajo categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el caso de las especies Loro frente blanca (Amazona albifrons), Carpintero pico plateado (Campephilus guatemalensis), Zopilote sabanero (Cathartes burrovianus), Perico pecho sucio (Eupsittula nana), Halcón peregrino (Falco peregrinus), Cigüeña americana (Mycteria americana) y Garza tigre mexicana (Trigrisoma mexicanum) se encuentran bajo la categoría «Sujeta a Protección Especial (Pr)», mientras que el Guajolote ocelado (Meleagris ocellata) y el Loro cachetes amarillos (Amazona autumnalis) bajo la categoría «Amenazada (A). Para anfibios, se registro que la especie Rana leopardo (Lithobates brownorum) se encuentra clasificada con la categoría «Sujeta a Protección Especial (Pr)». Para reptiles, se observaron 3 especies que están clasificadas con categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y es el caso de la Iguana negra de cola espinosa (Ctenosaura similis) bajo la categoría de «Amenazada (A)», mientras que las especies Iguana verde (Iguana iguana) y Tortuga pecho quebrado escorpión (Kinosternon	

Componente ambiental	Escenario actual	Tendencia
	scorpioides) están clasificadas con la categoría «Sujeta a Protección Especial (Pr)». Para mamíferos, son Coendou mexicanus (Puercoespín tropical) con la categoría de «Amenzada (A)» y Tapirella bairdii (Tapir centroamericano) clasificada con la categoría «En peligro de extinción (P)».	
Paisaje	El paisaje actual del AP se compone de un mosaico de diferentes tipos de vegetación y usos de suelo en su mayoría de uso pecuario. Dentro del área de estudio, se encuentra una extensa red de caminos y brechas, las cuales se utilizan para llevar alimento o en su caso agua para el ganado.	En consecuencia, a actividades antrópicas, el paisaje será modificado por el retiro de vegetación y crecimiento urbano. Asimismo, considerando la actividad pecuaria actual, la ganadería es propensa a modelar paisajes enteros debido a su demanda de tierra para la producción de pastos, forrajes, granos forrajeros y otros insumos agrícolas que intervienen en la alimentación del ganado.
Hidrología superficial	El área del proyecto se encuentra en la Región Hidrológica "Grijalva-Usumacinta", en donde, específicamente sobre el Área del Proyecto no se observa algún cuerpo de agua. Asimismo, dentro del sistema se localizan escurrimientos de tipo intermitentes y perennes. Dentro del área del proyecto se registraron cuatro (4) jagüeyes que cuentan con una considerable cantidad de agua, la cual se capta directamente de las lluvias a partir de su escurrimiento; los jagüeyes fueron acondicionados desde hace más de 20 años.	Por cambios en las características del área por crecimiento urbano, derivando en el sellamiento de la superficie, los escurrimientos sufrirán cambios en su trayectoria, afectando la infiltración en el subsuelo, y la presencia de cuerpos lénticos y lóticos, modificando así los servicios ambientales actuales.

Aunado a lo anterior, actualmente se considera que existen actividades en el **SAR** y **AI** que se encuentran modificando los factores ambientales, englobados en asentamientos humanos y agrosistemas, los cuales se describen en seguida:

- Asentamientos urbanos: dentro de esta categoría se presentan todas las obras que se realizan para un centro urbano, como vivienda, carreteras, infraestructura y equipamiento.

- Agrosistemas: aquí se engloban los campos de agricultura. Las principales afectaciones que ocasionan son la reducción de la cobertura vegetal original para la creación de los campos de agricultura, la alteración de la calidad de suelo por los cultivos y la modificación del patrón hidrológico por la canalización de los escurrimientos para el riego de los campos de agricultura que se encuentran dentro del **SAR**.

VIII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

Primeramente, cabe reiterar que el **Proyecto** consiste en la construcción de La Línea de Transmisión Norte la Alegría Solar, en el estado de Campeche. Las etapas que contempla este **Proyecto** son preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y cierre y abandono (para mayor detalle de las obras revisar el Capítulo II del presente **DTU**).

Derivado del desarrollo del Proyecto se prevé la generación de impactos ambientales (descritos en el Capítulo V del presente **DTU**). Al respecto, en el Capítulo V se identificaron los componentes ambientales que mantienen mayor número de interacciones con las actividades a desarrollar en todas las etapas del **Proyecto**, resultando ser los componentes de Geomorfología, Suelo, Aire, Hidrología subterránea, Flora, Fauna, Paisaje y Social los que interactúan en mayor medida.

A continuación, se describen los escenarios considerando el **Proyecto** sin medidas de mitigación, en relación con los componentes ambientales de mayor relevancia, acorde al análisis establecido en el Capítulo señalado en el párrafo inmediato anterior:

Tabla VIII 2 Escenario con Proyecto sin medidas de mitigación

Componente ambiental	Escenario con Proyecto	Tendencia
Geomorfología	Cambio en la morfología del terreno, por las actividades de cortes, nivelaciones y rellenos para el desarrollo del Proyecto.	El AP sufre cambios principalmente en las zonas de las celdas solares, en su mayoría en las etapas de preparación del sitio y construcción. Lo anterior, modifica

Componente ambiental	Escenario con Proyecto	Tendencia
Suelo	Se presentará afectación a las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo. debido a la posible contaminación del suelo en caso de derrame accidental de sustancias oleosas o hidrocarburos de los vehículos y maquinaria, así como por la inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos (residuos sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos y aguas residuales), además las características físicas del suelo se verán modificadas debido al retiro de la cubierta vegetal y de la vegetación forestal, las excavaciones, rellenos, compactación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie. En el mantenimiento, así como en el cierre y abandono podría verse afectadas las características del suelo, si se llegará tener algún derrame de grasas, aceites en el suelo, para lo cual se emplearán lonas o algunos depósitos y así evitar que dichos elementos se derramen directamente en el suelo.	Pueden generarse algunos problemas de contaminación del suelo durante las etapas del **Proyecto** en caso de una mala gestión de recursos. Debido a las características del **Proyecto** y el área donde se pretende ubicar el mismo, los impactos al suelo no representan un cambio considerable, en relación con la tendencia de un escenario sin **Proyecto**. Acorde al análisis de Servicios Ambientales se observa un incremento del 6.04% de la erosión a nivel de SAR.
	Incremento de la Erosión, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del Proyecto, modificando el relieve del sitio, así como por la remoción de la vegetación.	
Aire	La calidad del aire podrá verse afectada por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna (diésel y gasolina) de los vehículos automotores y uso de equipos y maquinaria que se encuentren operando. Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos, que ocurre principalmente, por el paso de maquinaria y equipo por áreas de terracería. En la etapa de mantenimiento del **Proyecto**, la calidad del aire podría verse afectada por la limpieza de los diversos componentes del **Proyecto**, tales como las celdas solares que tuvieran mucho polvo, así como por el tránsito de vehículos que apoyen las labores de mantenimiento, ya sea por el paso de dichos vehículos y por los gases que emanen de la combustión de los motores. Asimismo, durante la etapa de cierre y abandono, por el desmantelamiento de las instalaciones podrán generarse la dispersión de polvos, así como por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna de los vehículos automotores y equipos.	Estas emisiones representan un impacto ambiental acumulativo y sinérgico con las actividades antropogénicas presentes; sin embargo, no es representativo para la calidad del aire de la región, ya que es puntual y reversible debido a la capacidad de asimilación y dispersión de contaminantes.
	En el caso de la emisión de ruido, éste será producido por la operación de los vehículos automotores y maquinaria que sean empleados para las actividades del **Proyecto** durante la etapa de preparación de sitio y construcción. El nivel de ruido se modificará en el área del **Proyecto** por mantenimiento a la infraestructura del **Proyecto**, así como por el uso de maquinaria y equipo.	
Hidrología subterránea	La afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea es susceptible de presentarse debido a un mal manejo de los residuos generados durante las actividades del **Proyecto**, puede ocurrir un accidente de contaminación del suelo que, en caso de no ser manejado adecuadamente y pueda infiltrarse y contaminar el agua subterránea. Un mal manejo de las aguas sanitarias puede ocasionar un	El impacto en agua subterránea se prevé en caso de una mala gestión y desarrollo inadecuado de las actividades. Asimismo, debido a las características del **Proyecto**, en el cual no se requiere la extracción de

Componente ambiental	Escenario con Proyecto	Tendencia
	impacto en la calidad del agua subterránea en las diversas etapas del **Proyecto**.	agua subterránea, se evita un impacto importante a esta. El impacto a la infiltración mantiene una tendencia similar a un escenario sin **Proyecto**, lo anterior, ya que derivado del crecimiento urbano es posible el sellamiento de la superficie, afectando de manera importante la infiltración al subsuelo. Es de señalar que el **Proyecto** no considera el sellamiento de la totalidad del Área del Proyecto, siendo esta un área mínima, favoreciendo así la continuidad de la infiltración, en comparación a un escenario con crecimiento urbano. Acorde con el análisis de Servicios Ambientales la infiltración disminuiría 3.6%.
	Disminución de la infiltración se puede presentar por la disminución de la infiltración de agua hacia los acuíferos por el retiro de vegetación forestal. En el caso de la infiltración en la etapa de Operación y mantenimiento, se ve disminuida dicha infiltración por el sellamiento de las superficies cimentadas. Aunado a lo anterior, la disposición en la instalación de los paneles fotovoltaicos podría actuar como un factor que no modificará significativamente a la infiltración dada la preparación del suelo después del desmonte y despalme, así como por la separación entre seguidores de los módulos fotovoltaicos. En las zonas donde no hay cimentación, pero si se tiene infraestructura, podrían suscitarse derrames de aceites y grasas que podrían infiltrarse al subsuelo en la etapa de Mantenimiento de la infraestructura del **Proyecto**, así como en la etapa de Cierre y abandono, al desmantelar la infraestructura.	
Flora	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de remoción de la vegetación.	La vegetación seguirá su adaptación de acuerdo con el tipo de vegetación predominante. La ubicación y arreglo del **Proyecto** considera el entorno, por lo que no se considera la remoción de la totalidad de la vegetación del Área del Proyecto, conservando así áreas importantes para el entorno ecológico.
	Disminución de la cobertura vegetal forestal, debido a la remoción directa de la vegetación en el AP.	
	Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas, por el cambio de uso de suelo se podrían afectar individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	
Fauna	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura y a la incidencia del flujo de calor producido, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad entre los manchones de vegetación presentes en el AP.	Es probable que la fauna sea desplazada y presente afectación en la abundancia y diversidad por colisiones y barreras físicas derivadas del **Proyecto**. A su vez, en caso de ausencia de programas específicos como de vigilancia ambiental, rescate y reubicación, manejo integral de residuos, restauración y reforestación, entre otros, se

Componente ambiental	Escenario con Proyecto	Tendencia
	Afectación al hábitat de las especies de fauna, generado por varias acciones del Proyecto, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado, perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (AP) que la fauna utiliza para su desplazamiento.	contemplaría un impacto negativo en el suelo y biodiversidad, afectando así especies señaladas en la normatividad.
	Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura y a la incidencia del flujo de calor producido, asimismo por la afectación al desplazamiento, pérdida de hábitat, por la posible migración de especies.	
Paisaje	La afectación de la calidad visual del paisaje es susceptible de presentarse a causa de la construcción de la infraestructura para la generación de energía eléctrica (parque fotovoltaico), así como la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos y la inserción de instalaciones superficiales del **Proyecto**, mientras que en el cierre del **Proyecto**, se presentará debido al retiro de la infraestructura, lo que podría ocasionar la generación de residuos y polvos, así como presencia de maquinaria.	El paisaje sufriría cambios importantes debido a la infraestructura propuesta por el Proyecto, en áreas donde se ubica vegetación forestal al no considerar el entorno y dicha vegetación en la ubicación de los componentes del **Proyecto.**

Conforme a la tabla anterior, se observa que todos los impactos son acumulativos, dado que actualmente existen otras actividades generadoras de impactos sobre los factores ambientales evaluados, principalmente relacionadas con las actividades de asentamientos humanos y agrosistemas. Sin embargo, todos estos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir su acumulación.

En conformidad con lo establecido en el Capítulo V del presente **DTU**, se identificaron 15 impactos ambientales sobre los factores geomorfología, aire, suelo, hidrología subterránea, flora, fauna, paisaje y social: de los cuales 14 son negativos y uno es positivo. Asimismo, se identificó impactos sinérgicos de ligeros a moderados. Po otro lado, los impactos geomorfológicos, la disminución de infiltración, a la flora, fauna y al paisaje son susceptibles de presentarse como residuales por la implementación del **Proyecto**; sin embargo, dichos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir su residualidad.

VIII.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Derivado del desarrollo del **Proyecto** se prevé la generación de impactos ambientales (descritos en el Capítulo V del presente **DTU**), por lo que se implementará una serie de medidas de prevención y mitigación, incorporadas en diferentes programas. Al respecto, en el Capítulo VII del DTU en comento se describe

detalladamente el análisis de las medidas de mitigación consideradas. A continuación, se señalan los escenarios derivados del Proyecto implementando medidas de mitigación:

Tabla VIII 3 Escenario con Proyecto y con medidas de mitigación

Componente	Escenario con Proyecto y con medidas de mitigación	Tendencia
Geomorfología	En el Proyecto se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídrico, así como se permitirá la regeneración natural en áreas de los paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, efectuando escarificación y revegetación del área con especies características del tipo de vegetación original y la utilización de aquellas que induzcan el regreso de la fauna nativa, y se aplicarán Programas como de Rescate y Reubicación de Flora y de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región. De igual manera se aplicará un Programa de protección de vegetación forestal en buen estado de conservación dentro del área del Proyecto, en particular de la vegetación de tipo vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia, así mismo se establecerá una zona de amortiguamiento para evitar afectaciones por las obras y actividades del **Proyecto** por el ruido y los movimientos de personal y maquinaria, y de manera particular en donde se protegerán los relieves más relevantes dentro del área del **Proyecto.**	Derivado de los programas y medidas a implementar, no se presentan impactos severos, ya que se promueve la rehabilitación de suelos, manteniendo un monitoreo y conservación de áreas forestales con importancia ecológica.
Suelo	En el **Proyecto** se implementarán acciones de mantenimiento e inspección de maquinaria y equipo, se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión y se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua. El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal. Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Se implementará un Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región y un Programa de Manejo Integral de Residuos. Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se llevará a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y	Se compensará el impacto a este componente mediante la recuperación de la vegetación apropiada a la naturaleza del **Proyecto** aportando a los servicios ambientales existentes. Se conservará la calidad del suelo existente sin modificar sus características físicas y químicas debido a un manejo adecuado y protocolos adecuados en las actividades desarrolladas. Acorde con el análisis de Servicios Ambientales,

Componente	Escenario con Proyecto y con medidas de mitigación	Tendencia
	maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.	considerando la aplicación de medidas de mitigación la tasa de erosión se mantendría similar a como se encuentra actualmente. Además, de acuerdo al cálculo de erosión en el **AP** su grado de erosión es Nula o ligera
Aire	En el **Proyecto** se implementarán acciones de mantenimiento e inspección de maquinaria y equipo, así como se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión. Se dará cumplimiento con la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos, y con la NOM-011-STPS-2001. De igual manera, se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, a su vez, se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra para reducir el impacto por ruido.	Debido a la implementación de medidas de mitigación, el impacto en la calidad del aire existente será mínima.
Hidrología subterránea	En el **Proyecto** se implementarán acciones de mantenimiento e inspección de maquinaria y equipo, y se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua. No se colocarán obras ni realizarán actividades del Proyecto en áreas con escurrimientos de cauces naturales y cuerpos de agua. Se construirán obras de drenaje para la protección de escurrimientos de agua y evitar la erosión hídrica. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto**. Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de los paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Se implementará un Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, un Programa de Educación Ambiental y un Programa de Manejo Integral de Residuos. Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se llevará a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.	Debido a las características del **Proyecto** y la disposición en la que están instalados los paneles fotovoltaicos, que se consideren áreas sin sellamiento, así como por la separación que hay entre los módulos fotovoltaicos, no se modificaría significativamente la infiltración. Acorde al análisis de Servicios Ambientales la infiltración se mantendría similar a como se encuentra actualmente.

Componente	Escenario con Proyecto y con medidas de mitigación	Tendencia
Flora	Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos, así como se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Del mismo modo, se propondrán lineamientos en el área de trabajo. Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares. Además, se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto**, mientras que el material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**. Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, un Programa de Educación Ambiental, y un Programa de Manejo Integral de Residuos. Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.	Debido a la implementación de lineamientos y programas con fines específicos, se permite la regeneración natural, así como se evita la colecta, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. En el área de reforestación se considera un aumento gradual de la cobertura como consecuencia del desarrollo de la reforestación, hasta alcanzar igual o mayor cobertura que la que se presenta actualmente el área de CUSTF.
Fauna	El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales, mientras que el material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, y se operará la rehabilitación de suelos. Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Del mismo modo, se propondrán lineamientos en el área de trabajo. Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de los paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Además, se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. De igual manera, se colocará señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas, así como se colocarán antiperchas.	Debido a los programas y medidas contempladas en el **Proyecto**, se evita la caza furtiva de especies y se promueve el monitoreo de estos. El Proyecto considera mantener la vegetación forestal de zonas con mayor relevancia de especies, conservando y preservando la riqueza del área.

Componente	Escenario con Proyecto y con medidas de mitigación	Tendencia
	Se evitará la iluminación vespertina o nocturna de la planta siempre que sea posible, se colocarán disuadores (visuales y auditivos) en la zona de los paneles. Se implementará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, y un Programa de Manejo Integral de Residuos.	
Paisaje	En el **Proyecto** se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión, así como se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Del mismo modo, se propondrán lineamientos en el área de trabajo. Se dará cumplimiento con la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto**, mientras que el material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares. Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, un Programa de Educación Ambiental, y un Programa de Manejo Integral de Residuos Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.	Si bien, el paisaje sufriría cambios, sin embargo, el Proyecto contempla la conservación de áreas con vegetación que representan riqueza ecológica.

Factores ambientales como el suelo, paisaje, la flora y la fauna presentarán cambios por el **Proyecto**, pero es de notar que existen paisajes similares en el resto del **SAR** y alrededores, que existen remanentes de vegetación circundante similar a la del sitio del **Proyecto** y que la fragmentación de los hábitats de fauna es muy amplia, debido a las actividades humanas, como la agricultura que ha tenido un desarrollo intensivo. Por otro lado, se implementarán actividades para su conservación, mediante los programas de rescate, ahuyentamiento para la fauna y reubicación para todas las especies (flora y fauna), estos programas comprenderán tanto especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como aquellas especies de interés o importancia biológica, cada impacto será mitigado o compensado, si es que no se cuentan con medidas en primera instancia para su prevención (ver detalle en los capítulos IV y VII del presente **DTU**).

VIII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL

A continuación, se presenta a medida de resumen y de manera descriptiva, los escenarios analizados anteriormente:

Tabla VIII 4 Resumen de Escenario sin Proyecto, Escenario con Proyecto sin medidas y Escenario con Proyecto con medidas

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
Geomorfología	El SAR y AI se ubican en sistemas de topoformas de lomerío bajo y llanura de depósito lacustre con lomerío; mientras que el AP se encuentra únicamente en lomerío bajo.	Cambio en la morfología del terreno, por las actividades de cortes, nivelaciones y rellenos para el desarrollo del Proyecto.	Derivado de los programas y medidas a implementar, no se presentan impactos severos, ya que se promueve la rehabilitación de suelos, manteniendo un monitoreo y conservación de áreas forestales con importancia ecológica.
Suelo	En el SAR los tipos de suelo presentes son leptosol, luvisol, nitosol, phaeozem y vertisol, en el AI y AP son leptosol, luvisol, nitosol y phaeozem; de los cuales los tipos de suelo dominantes son los leptosoles	Afectación de las características biológicas y fisicoquímicas (calidad) del suelo (contaminación) por el uso de aceites y combustibles de vehículos, maquinaria y equipo, así como en caso de inadecuada disposición de residuos; y alteración de sus propiedades físicas tales como textura, estructura y porosidad (en consecuencia pérdida de su permeabilidad), por el desmonte y despalme, las excavaciones, trazo y nivelación, así como por las cimentaciones y sellamiento de la superficie por el desplante de la infraestructura del Proyecto. Incremento de la Erosión, derivado de que para las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construirá la infraestructura del Proyecto, modificando el relieve del sitio, así como por la remoción de la vegetación.	En el **Proyecto** se implementarán acciones de mantenimiento e inspección de maquinaria y equipo, se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión y se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua. El despalme se realizará únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto** y el desmonte donde se registre vegetación forestal. Se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Se implementará un Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región y un

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
			Programa de Manejo Integral de Residuos. Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se llevará a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin
Aire	El clima cálido subhúmedo presente tiene una temperatura promedio indicada por la estación consultada es de 26 °C, con una temperatura mínima de 19.3°C y una máxima de 32.8 °C. La precipitación total anual corresponde a 1323 mm, mientras que la evaporación normal es de 1396.75 mm anuales. **L**as emisiones de SO2 provienen principalmente de fuentes fijas de petróleo y petroquímica, así como generación de energía eléctrica, mientras que el CO proviene principalmente de fuentes móviles (vehículos de transporte), así como fuentes de área agropecuarias. Sin embargo, a nivel del SAR, AI y AP las que podrían tener mayor presencia debido a los usos de suelo e instalaciones identificadas son las fuentes agropecuarias y fuentes móviles de vehículos de transporte.	Afectación de la calidad del aire por la generación de gases contaminantes por el empleo de los vehículos y equipos durante todas las etapas del Proyecto, así como por la generación de polvos.	En el **Proyecto** se implementarán acciones de mantenimiento e inspección de maquinaria y equipo, así como se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión. Se dará cumplimiento con la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos, y con la NOM-011-STPS-2001. De igual manera, se operará la rehabilitación de suelos de las áreas que hayan sido utilizadas para obras de apoyo, se humedecerá el área con riego antes de trabajar con movimiento de tierras o materiales, a su vez, se establecerán límites en los horarios durante todas las actividades de la obra para reducir el impacto por ruido
	Debido de las actividades en el área, se considera niveles de ruido por el uso de maquinaria.	Modificación del nivel sonoro por el empleo de maquinaria y equipos durante las actividades de las distintas etapas del Proyecto.	

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
Hidrología subterránea	La calidad de aguas subterráneas en sitios de monitoreo cercanos al Área del Proyecto presenta un semáforo de calidad verde, es decir, existe una calidad buena.	Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del agua subterránea por los residuos o sustancias que puedan generarse e infiltrarse durante todas las etapas del Proyecto.	En el **Proyecto** se implementarán acciones de mantenimiento e inspección de maquinaria y equipo, y se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Se usarán sanitarios portátiles para el servicio del personal con el fin de evitar la contaminación del suelo y agua. No se colocarán obras ni realizarán actividades del Proyecto en áreas con escurrimientos de cauces naturales y cuerpos de agua. Se construirán obras de drenaje para la protección de escurrimientos de agua y evitar la erosión hídrica. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto**. Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de los paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Se implementará un Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, un Programa de Educación Ambiental y un Programa de Manejo Integral de Residuos. Al concluir cada una de las etapas del **Proyecto**, se llevará a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la
	El acuífero Península de Yucatán presenta un déficit de 0 hm³/año, mismo que se clasifica como zona de disponibilidad 3, del cual su uso principal es agrícola. Acorde del análisis de Servicios Ambientales, actualmente del 100% que se precipita, el 8.1% se infiltra.	Disminución en la infiltración por la remoción de la vegetación forestal.	

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
			restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin
Flora	De acuerdo con el trabajo de campo, en el AP Para el estrato arbóreo se encontraron un total de 66 especies, de las cuales, *Randia longiloba* y *Randia truncata* es Endémica-Nativa, el resto son especies nativas. Para el estrato arbustivo se encontraron un total de 29 especies, de las cuales *Eumachia microdon* tiene una distribución Endémica-Nativa, *Ayenia fasciculata, Casearia yucatanensis* y *Chiococca motleyana* son especies Endémicas, el resto son especies nativas. Para el estrato Palmas se encontró una especie, siendo nativa. Para el estrato herbáceo se encontraron un total de 14 especies, de las cuales todas son nativas.	Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, debido a las acciones de remoción de la vegetación. Disminución de la cobertura vegetal forestal, debido a la remoción directa de la vegetación en el AP. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas, por el cambio de uso de suelo se podrían afectar individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos, así como se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Del mismo modo, se propondrán lineamientos en el área de trabajo. Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares. Además, se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto**, mientras que el material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**. Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, un Programa de Educación Ambiental, y un Programa de Manejo Integral de Residuos. Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
			apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin
Fauna	De acuerdo al trabajo de campo, se registró un total de 101 especies de fauna silvestre, distribuida en los principales grupos faunísticos de la siguiente manera: 71 especies de aves, 15 de mamíferos, 12 de reptiles y 3 de anfibios. Respecto a la riqueza y abundancia de especies por grupo, el registro para mamíferos fue de 87 individuos distribuidos en 7 especies y 6 familias, de las cuales destacan las especies Sigmodon toltecus (Rata algodonera) con 43 registros y Sylvilagus floridanus (Conejo serrano) con 25 observaciones. En el caso de los reptiles se registró una abundancia total de 67 individuos pertenecientes a 8 especies y 6 familias, de las cuales destaca la especie Holcosus undulatus (Lagartija arcoíris) con 40 registros. En el grupo de los anfibios se registró una abundancia total de 8 individuos pertenecientes a 1 especie y 1 familia. Respecto a la riqueza y abundancia de especies por grupo, se registró para el caso de las aves una abundancia total de 1548 individuos distribuidos en 54 especies y 28 familias, de las cuales destacan las especies Hirundo rustica (Golondrina tijereta) con 429 registros y Tachycineta bicolor (Golondrina bicolor) con 377	Afectación de la abundancia de fauna en el AP o AI por las limitantes que se tendrán en el desplazamiento de los individuos de fauna derivado de la presencia de maquinaria, vehículos, equipos y personal, así como por captura, daño o muerte accidental o provocada por la presencia tanto del personal durante todas las etapas del Proyecto. Así mismo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se ha considerado la afectación a la abundancia y diversidad de la fauna, en varios grupos faunísticos, particularmente el de las aves, por la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura y a la incidencia del flujo de calor producido, en el caso de los mamíferos y reptiles al impedir su desplazamiento por la pérdida de conectividad entre los manchones de vegetación presentes en el AP.	El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales, mientras que el material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**, y se operará la rehabilitación de suelos. Se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Del mismo modo, se propondrán lineamientos en el área de trabajo. Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de los paneles solares, principalmente de herbáceas, en donde sea posible. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Además, se prohíbe estrictamente la colecta, comercio, extracción y daño de cualquier especie de flora silvestre. De igual manera, se colocará señalización preventiva, restrictiva, informativa o prohibitiva, se colocarán crucetas de madera, fibra de vidrio o cualquier otro material que no sea conductor de electricidad, y/o se colocarán aisladores suspendidos debajo de las crucetas, así como se colocarán antiperchas.

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
			Se evitará la iluminación vespertina o nocturna de la planta siempre que sea posible, se colocarán disuadores (visuales y auditivos) en la zona de los paneles. Se implementará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, y un Programa de Manejo Integral de Residuos
	Por otro do, para las aves, se registró la presencia de 9 especies que se encuentran bajo categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el caso de las especies Loro frente blanca (Amazona albifrons), Carpintero pico plateado (Campephilus guatemalensis), Zopilote sabanero (Cathartes burrovianus), Perico pecho sucio (Eupsittula nana), Halcón peregrino (Falco peregrinus), Cigüeña americana (Mycteria americana) y Garza tigre mexicana (Trigrisoma mexicanum) se encuentran bajo la categoría «Sujeta a Protección Especial (Pr)», mientras que el Guajolote ocelado (Meleagris ocellata) y el Loro cachetes amarillos (Amazona autumnalis) bajo la categoría «Amenazada (A). Para anfibios, se registro que la especie Rana leopardo (Lithobates brownorum) se encuentra clasificada con la categoría «Sujeta a Protección Especial (Pr)». Para reptiles, se observaron 3 especies que están clasificadas con categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y es el caso de la Iguana negra de cola espinosa (Ctenosaura similis) bajo la categoría de «Amenazada (A)», mientras que las especies Iguana verde (Iguana iguana) y Tortuga pecho quebrado escorpión (Kinosternon scorpioides) están clasificadas con la categoría «Sujeta a Protección Especial (Pr)».	Afectación al hábitat de las especies de fauna, generado por varias acciones del Proyecto, uno de ellos por la remoción de vegetación forestal, que deriva en la perdida de hábitat y con ello pérdida de alimento, refugio, áreas de descanso, por otro lado, perdida de conectividad de sus áreas de desplazamiento, esto al ocupar espacios (AP) que la fauna utiliza para su desplazamiento. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas, en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos, la posible mortalidad de individuos debido a la colisión contra la infraestructura y a la incidencia del flujo de calor producido, asimismo por la afectación al desplazamiento, pérdida de hábitat, por la posible migración de especies.	

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
	Para mamíferos, son Coendou mexicanus (Puercoespín tropical) con la categoría de «Amenzada (A)» y Tapirella bairdii (Tapir centroamericano) clasificada con la categoría «En peligro de extinción (P)».		
Paisaje	El paisaje actual del AP se compone de un mosaico de diferentes tipos de vegetación y usos de suelo en su mayoría de uso pecuario. Dentro del área de estudio, se encuentra una extensa red de caminos y brechas, las cuales se utilizan para llevar alimento o en su caso agua para el ganado.	Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y AI, así como por la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción y por la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, en las diferentes etapas del Proyecto.	En el **Proyecto** se mantendrá cubierto el suelo extraído para evitar su dispersión, así como se realizarán acciones de atención a derrames de sustancias y combustibles. Del mismo modo, se propondrán lineamientos en el área de trabajo. Se dará cumplimiento con la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos. El desmonte y despalme se llevará a cabo por medios manuales únicamente en los sitios donde se instalen los componentes del **Proyecto**, mientras que el material vegetal producto del desmonte y despalme será recolectado, triturado y esparcido en zonas afectadas temporalmente durante la construcción del **Proyecto**. De igual manera se capacitará a todo el personal que labore en la obra sobre la clasificación y el manejo de los residuos. Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural en áreas de paneles solares. Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Restauración y Reforestación con especies nativas de la región, un Programa de Educación Ambiental, y un Programa de Manejo Integral de Residuos

Componente ambiental	Sin Proyecto	Con proyecto, sin medidas de mitigación	Con Proyecto, pero con medidas de mitigación
			Al concluir cada una de las etapas del proyecto, se debe llevar a cabo la limpieza de los sitios, retirando los equipos, materiales y maquinaria utilizados, e infraestructura de apoyo, procediendo a la restauración de áreas afectadas con la tierra que hubiera sido retirada y acopiada para su posterior uso con dicho fin.

A partir del análisis de los tres escenarios anteriores, el escenario que presenta un balance más positivo entre degradación del medio físico y el desarrollo socioeconómico es el escenario con la realización del **Proyecto** e implementación de las medidas propuestas en el presente **DTU**.

De manera más puntual, se estima que el **Proyecto** generaría una degradación que se vería prevenida, atenuada y compensada por la correcta aplicación de las medidas descritas en el Capítulo VII, lo que hace de este **Proyecto** una opción viable en términos ambientales para la región. Además, es de resaltar el impacto positivo en temas económicos de manera directa e indirecta (empleos temporales, empleos fijos, consumo de bienes y servicios en las localidades cercanas al **Proyecto**, impulso de la generación y transmisión de energía eléctrica a través de la utilización de fuentes renovables y sin la común emisión de gases contaminantes).

Las actividades específicas para lograr el desarrollo del **Proyecto** corresponden a la prevención y mitigación para la protección de los componentes ambientales: atmósfera, suelo, agua y paisaje. Estas estrategias permitirán tener un control de la zona de influencia del **Proyecto** y disminuir la intensidad o extensión de los impactos identificados. En este caso se prevé la implementación de medidas encaminadas a evitar, prevenir o minimizar los posibles impactos mediante la implementación de sistemas y dispositivos de seguridad, la implementación de acciones de mantenimiento y de prevención de accidentes, otras de respuesta a emergencias, además de la obtención de un seguro de daños, responsabilidad civil y daños al ambiente, programas de seguimiento, entre otros.

Por otro lado, la ejecución del **Proyecto** detonaría el crecimiento económico del sector energético de la región, favoreciendo intrínsecamente la reducción de los impactos generados por la generación de energía mediante el uso de los hidrocarburos.

La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental. Las acciones específicas, así como los Programas específicos tienen la finalidad de evitar o disminuir los efectos adversos del **Proyecto**, cualquiera que sea su fase de ejecución.

Con base en lo anterior, se concluye que el desarrollo del **Proyecto** no representará un factor de desequilibrio ecológico a ningún nivel, ya sea en el área de **Proyecto**, en el área de influencia, ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que representen un riesgo para la salud y bienestar humano. Asimismo, no se considera que cause una inestabilidad en la funcionalidad del ecosistema. Por tanto, se considera al **Proyecto** como ambientalmente viable y punta de lanza en la región al impulsar fuentes alternativas en la generación de energía.

VIII.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Durante el proceso de planeación del **Proyecto**, la selección del trazo consideró criterios ambientales orientados a minimizar el impacto sobre zonas de alta sensibilidad ecológica, particularmente aquellas que pudieran representar hábitats de fauna silvestre prioritaria. En este sentido, se privilegiaron áreas con cobertura secundaria y uso agropecuario, evitando la fragmentación de remanentes continuos de vegetación arbórea y arbustiva en estado primario.

En relación con los aspectos ambientales, la ejecución del **Proyecto** el trazo de la **Línea de Transmisión** fue definido con base en criterios técnicos, sociales y ambientales, priorizando la prevención de impactos sobre las comunidades y los recursos naturales.

De esta manera, la ejecución del **Proyecto** se considera técnica, social y ambientalmente viable, al minimizar impactos negativos sobre los recursos naturales y las comunidades, y contribuir de manera directa al cumplimiento de los compromisos nacionales de mitigación del cambio climático. En este sentido, las áreas sujetas a remoción de vegetación comprenden una superficie de 13.021 ha, cuya intervención se realizará de forma controlada y conforme a la normatividad aplicable. Estas acciones estarán acompañadas de medidas de restauración y compensación ambiental, lo que permitirá mantener una baja incidencia ambiental global y asegurar la compatibilidad del Proyecto con los objetivos de conservación y uso sustentable del territorio.

Documento Técnico Unificado (DTU)
Modalidad B - Regional

PROYECTO:

“LÍNEA DE TRANSMISIÓN NORTE LA ALEGRÍA SOLAR”

PROMOVENTE:

“SUNSTONE POWER 2, S. DE R.L. DE C.V.”

Sunstone Power

CAPITULO IX. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

PREPARADO PARA:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Campeche, Campeche

Enero, 2026

CONTENIDO

XI. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MINIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL.....3

XI.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....3

VIII.1.2 Cartografía.....4

IX.1.3 Trabajo de campo.....5

IX.2 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....5

XI. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MINIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL.

XI.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El presente estudio se realizó tomando en cuenta todos los aspectos indicados tanto en la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* (**LGEEPA**) como el *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental* (**REIA**), así como lo dispuesto en el *Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan***,** y se incorporaron los elementos necesarios para dar congruencia y claridad al estudio.

En cada capítulo han sido descritos los elementos metodológicos utilizados, asimismo, en el documento se presentan mapas, figuras, imágenes y anexos que contribuyen como sustento a la información señalada.

Las metodologías utilizadas son de uso común en este tipo de trabajo de Impacto Ambiental han demostrado su eficacia para la obtención de resultados útiles en la toma de decisiones.

De igual forma, se detalla la bibliografía utilizada y se tuvo especial cuidado en incluir información veraz de fuentes formales y trabajo de campo metódico. Es de señalar que la documentación señalada a continuación, se presenta adjunta al presente Capitulo.

XI.1.1 Anexos presentados

Adjunto al presente **DTU** se incluye información de diversa índole, que consiste en:

<u>Capítulo I</u>

Anexo_I_1.10_RegistroForestal_ABF
Anexo_I_1.11
Anexo_I_1.12_INE GBB
Anexo_I_1.2_Contrato Arrendamiento_Fracción B p. Andres Miguel
Anexo_I_1.3_CNE-Resolución CNE-RES-755-2025
Anexo_I_1.4_CNE-Título de permiso CNE-E-29-GEN-2025
Anexo_I_1.5_Sunstone Power 2 - Constitutiva y Poder RL
Anexo_I_1.6_CSF SUNSTONE POWER 2
Anexo_I_1.7_CSF enero 2026 ABF
Anexo_I_1.8.1_INE Rosa Cristina Martínez Romero
Anexo_I_1.8_Cédula. RCMR
Anexo_I_1.9_Carta Resp. Técnica Impacto

e5cinco DTU LT LAS
Pago Derechos
Tablas A y B

Capítulo II

Anexo II.1 Coordenadas
Anexo II.2 Componentes
Anexo II.3 Coordenadas de las áreas sujetas a **CUSTF**
Anexo II. 4 Cartografía
Anexo II.5 Flora Estimación Volumen
Anexo II.6 Calculo Tierra Orgánica.
Anexo II.7 Estimación Económica

Capítulo III
Anexo_III_ 3.1. Acuse de presentación de EvIS
Anexo_III_ 3.2. Título de la CRE
Anexo _III_3.3 Resolución de la CRE.
Anexo_III_3.4. Confirmación CONAGUA

Capítulo IV

Anexo IV. 1 SAR AI
Anexo.IV.2 FLORA
Anexo IV.3 FAUNA
Anexo IV.4 SERVICIOS AMB
Anexo IV.5. FOTOGRÁFICO

Capítulo V
260114_ Anexo V.1 Matriz de impactos DTU LT Alegría

VIII.1.2 Cartografía

Capítulo II

Capítulo III

Capítulo IV
Calidad Agua Subterránea
Campo_USV 1
Corredores bioclimáticos

corredores biológico del sureste
hidrologiaSuperficial_AP
Sitios de muestreo de flora
Sitios de muestreo de flora AP

IX.1.3 Trabajo de campo

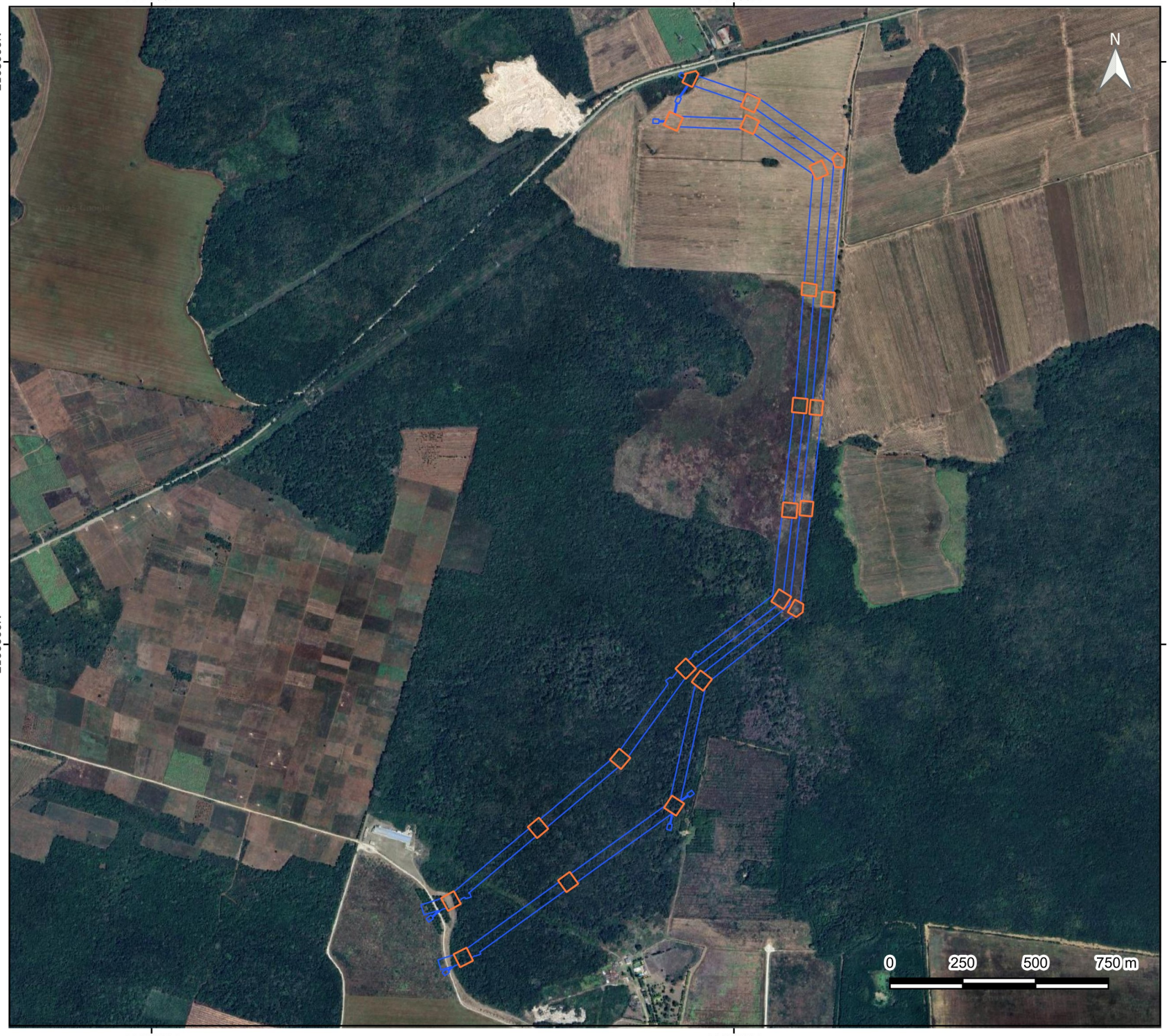
IX.2 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA). (2024). *Estadísticas de capacidad renovable 2024*. Recuperado de https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024
- Agencia Vasca del Medio Ambiente. (2023). *Impactos generados por los parques eólicos y fotovoltaicos y medidas de mitigación*. Gobierno de Euskadi. https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/analisis_renovables/es_def/adjuntos/impactosPEPFzonif.pdf
- Aguirre-León, G. (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En S. Gallina & C. López (Eds.), *Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna* (pp. 48-65). Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto Nacional de Ecología, A.C.
- Aizpuru, G. E. (1982). *Manejo de Pastizales*. Apuntes del curso de maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila, México.
- Álvarez, S., Zubelzu Mínguez, S., & Allende, F. (2015). *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana*. https://www.redalyc.org/pdf/2818/281832840003.pdf
- Base de datos INEGI “México en Cifras”.
- Becerra, M. A. (1997). *Erosión de suelos*. Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México.
- Becerra, M. A. (1999). *Escorrentía, erosión y conservación de suelos*. Universidad Autónoma de Chapingo, pp. 149-184.
- Bernáldez, F. G. (1981). *Ecología y paisaje*. España.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., & Laake, J. L. (1993). *Distance sampling*. London, UK: Chapman & Hall.
- Carta Climática INEGI, escala 1:50000.
- Chao, A. (1984). Proporciona la base teórica para los estimadores Chao1 (basado en abundancia) y Chao2 (incidencia), destacando la importancia de capturar especies raras en el muestreo. REDALYC.
- Chao, A., & Chiu, C. H. (2016). Species richness: Estimation and comparison. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*, 1–26. https://doi.org/10.1002/0471667196.ess5051
- COLPOS-SARH. (1991). *Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por erosión*. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. México.
- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Este estudio clásico detalla el uso de estimadores no paramétricos como Chao1 y Chao2 en la estimación de la riqueza de especies.

- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2022). *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB)*. https://www.gob.mx/conabio/acciones-y-proyectos/sistema-nacional-de-informacion-sobre-biodiversidad-snib
- CONAFOR-UACh. (2013). *Línea base nacional de degradación de tierras y desertificación*. Comisión Nacional Forestal y Universidad Autónoma Chapingo. Zapopan, Jalisco.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones
- Cortés, T. (1991). *Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados*. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, México.
- De la Maza, M., Leichtle, J., Beltrami, E., Gálvez, N., Hernández, F., Guarda, N., Altamirano, T., & Muñoz, A. (2013). Técnicas de monitoreo de fauna. En *Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile* (pp. 51-118). Fauna Australis.
- Diccionario escolar de la lengua española. (2008). *Editorial Everest* (Segunda reimpresión).
- Efron, B. (1979). Métodos bootstrap: otra mirada al método Jackknife. *Annals of Statistics*, 7(1), 1–26. https://doi.org/10.1214/aos/1176344552
- Escribano, M., De Frutos, M., Iglesias, E., Mataix, C., & Torrecilla, I. (1991). *El paisaje*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones.
- Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo, Santiago, Chile.
- EstimateS software. Herramienta popular para calcular estimadores desarrollada por Colwell. REDALYC.
- Familia de aves (Guías de la naturaleza). Austin, O. L. (1994). Trillas, México, p. 210.
- FAO. (1980). *Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos*. Food and Agriculture Organization.
- FAO. (2006). *World reference base for soil resources 2006: A framework for international classification, correlation, and communication*. Rome: FAO.
- Figueroa, B. S. (1991). *Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por erosión*. Colegio de Postgraduados, Centro Regional para estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. México.
- Foster, G. R., Meyer, L. D., & Onstad, C. A. (1977). An erosion equation derived from basic erosion principles. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 678–682.
- Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Revisión sobre métodos de rarefacción y estimación de riqueza en estudios ecológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151–161.
- INE (2000). *Memoria técnica. Ordenamiento Ecológico General del Territorio*. México.
- INEGI. (2017). *Anuario Estadístico y Geográfico de Tamaulipas*.
- INEGI. (2020). *Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII*.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. *Cartas edafología, topografía, uso potencial del suelo y vegetación*.

- Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM). https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-contaminantes-criterio-inem
- Jiménez, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151–161.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- McCool, D. K., Foster, G. R., Mutchler, C. K., & Meyer, L. D. (1989). Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation. *Transactions of the ASAE*, 32(5), 1571–1576.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2020). *Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de plantas fotovoltaicas (edición actualizada 2025)*. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/guiaelaboracionesiaplantasfotovoltaicassgea_tcm30-538300.pdf
- Miranda, F., & Hernández-X., E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29–179.
- Montes-León, M., Uribe, E., & García-Celis, E. (2011). Mapa Nacional de Erosión Potencial. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 2, 5–17.
- Moreno, C. E. (2000). *Métodos para medir la biodiversidad*. Vol. 1. Manuales y tesis SEA.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres*. Diario Oficial de la Federación.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Editorial LIMUSA.
- Salgado, M. V., Montgomery, R., & Walsh, M. (2001). *Ficha impacto ambiental y social México*.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (Última reforma: 2024). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Diario Oficial de la Federación, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (Última reforma: 2024). *Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Diario Oficial de la Federación, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). *Guía para DTU-B Regional*.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2025). *Estudio de identificación de criterios para la evaluación de impacto ambiental de proyectos eólicos y de transmisión eléctrica sobre aves y murciélagos*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/391233956
- SEDUE. (1988). *Manual de ordenamiento ecológico*. México.
- SEMARNAT. (2003). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico*.
- SEMARNAT. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*. Diario Oficial de la Federación, 30 diciembre.
- SEMARNAT. (2019). *Modificación del Anexo Normativo III*. http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5877/semarnat4a11_C/semarnat4a11_C.html

- SEMARNAT, Dirección de Geomática. (2004). *Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250,000*. México.
- SEMARNAT-UACh. (2002). *Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica a nivel nacional*. Escala 1:1,000,000.
- Servicio Geológico Mexicano. https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/#
- Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM). http://www.snim.rami.gob.mx/
- Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). https://www.snib.mx/taxonomia/descarga/
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, 39, 55–94.
- UNAM. (2004). *Técnicas y métodos de muestreo*. Primera edición. México.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). (2025). *The IUCN Red List of Threatened Species*(Versión 2025-1). https://www.iucnredlist.org
- Universidad de Huelva. (2024). *Impacto de las plantas fotovoltaicas en las aves*. *Revista UHUniverso*, 24–25, 1–12. https://www.uhu.es/revista-uhuniverso/archivos/24-25_Natural-IPFA.pdf
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* (2ª ed.). Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1965). *Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains*. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook No. 282.





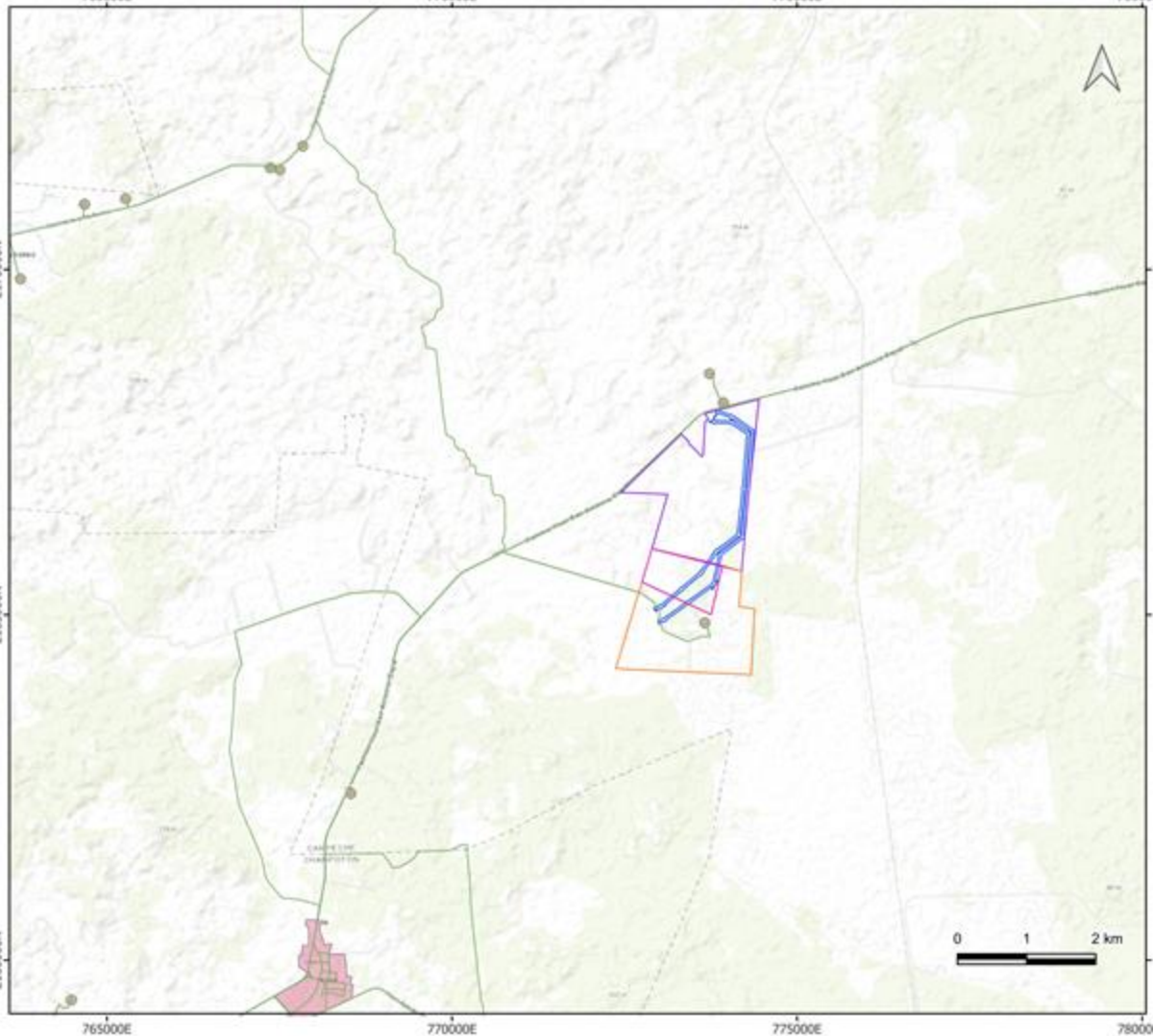
Base de la torre

Simbología

- Base de la torre
- AP

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 07/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:18000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE





Colindancias respecto al Proyecto

Simbología

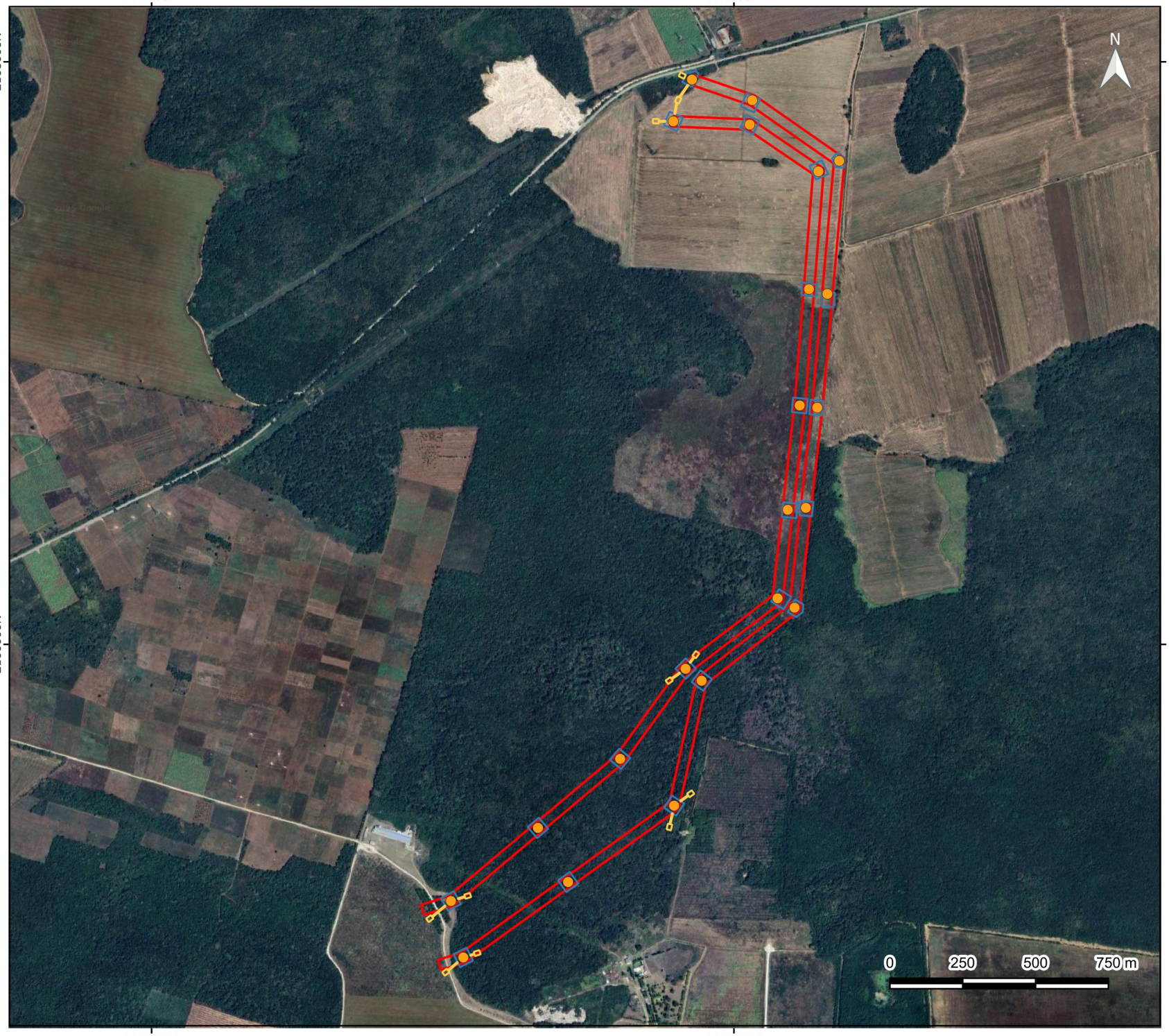
- Predio San Antonio
- Predio Andres Miguel
- Poligono El Pocito
- AP

ESRI Topo

- Localidad
- Localidad rural
- Red vial

Fuente: INEGI y Promovente
Fecha de elaboración: 09/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:75000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE





Componentes del proyecto

Simbología

- Torres
- Plazas de tendido
- Base de la torre
- DDV

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 06/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:18000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE





Cuenca hidrológica que incide en el Proyecto

Simbología

AP

Cuencas

Lago Chac-Ha (lago)

Fuente: INEGI y Promovente
Fecha de elaboración: 06/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:18000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE

772000E

774000E

2168000N

2166000N





Ubicación de los polígonos o áreas que estarán sujetas a CUSTF

Simbología

- AP
- CUSTF

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 06/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:18000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE





Microcuencas hidrológica que incide en el Proyecto

Simbología

AP

Microcuencas

Tixmucuy

Fuente: FIRCO y Promovente
Fecha de elaboración: 06/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:18000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE





Plazas de tendido

Simbología

- Plazas de tendido
- AP

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 07/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:18000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE





Región Hidrológica que incide en el Proyecto

Simbología

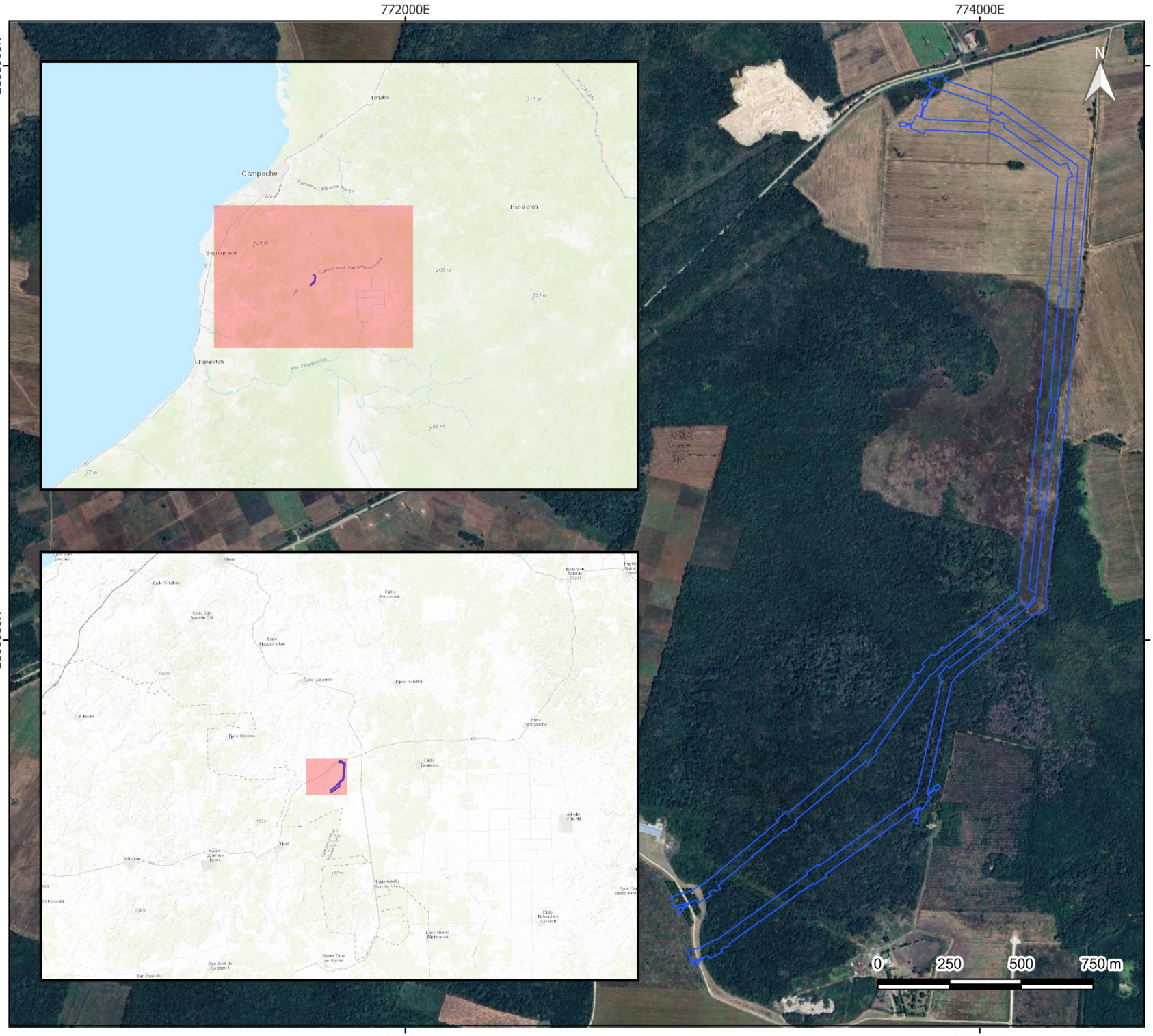
AP

Region Hidrologica

Yucatan Oeste

Fuente: INEGI y Promovente
Fecha de elaboración: 06/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:18000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE





Representación gráfica regional y local del Proyecto

Simbología

AP

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 06/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:18000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE





Subcuenca hidrológica que incide en el Proyecto

Simbología

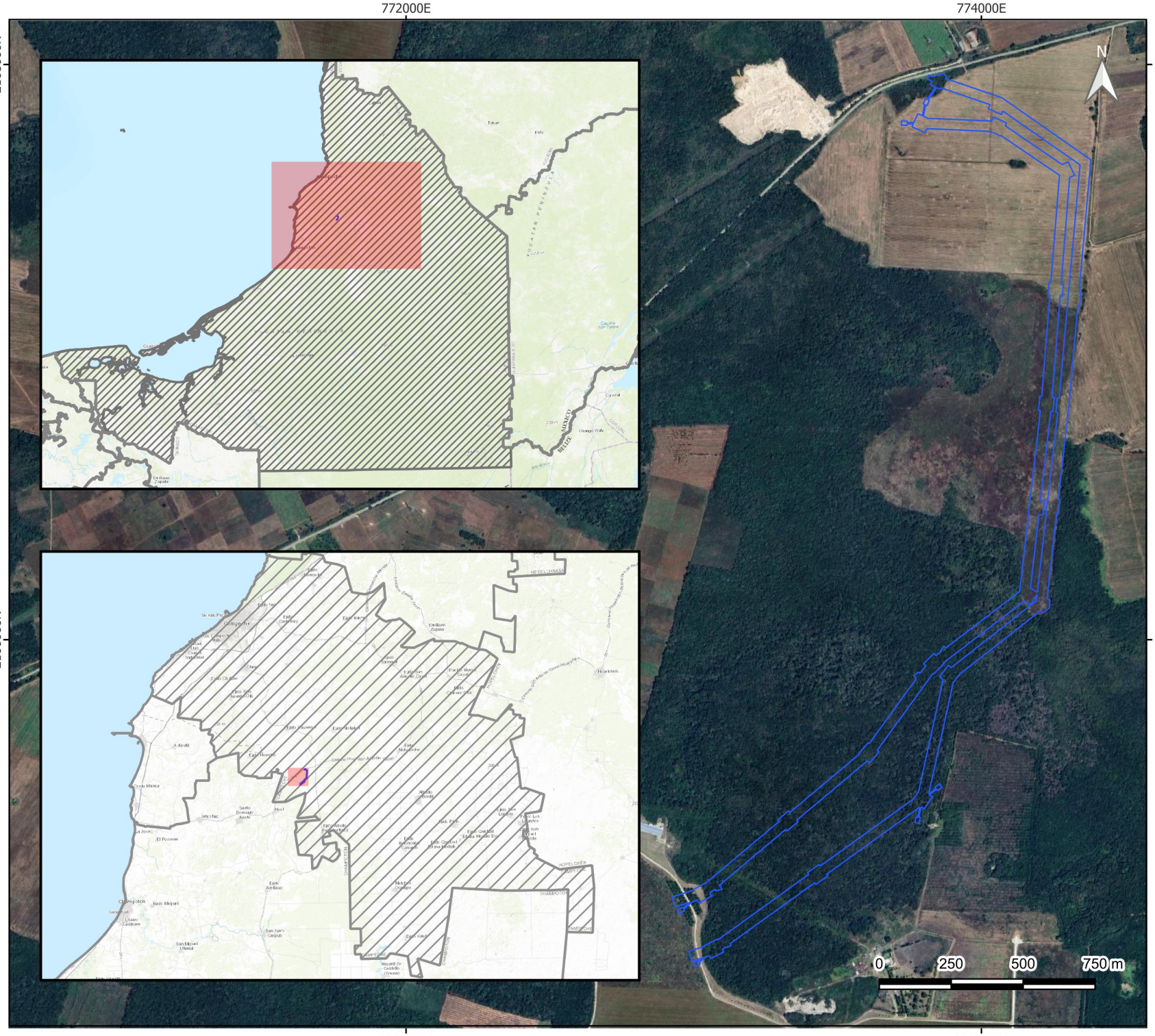
AP

Subuencas

Calakmul

Fuente: INEGI y Promovente
Fecha de elaboración: 06/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:18000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE





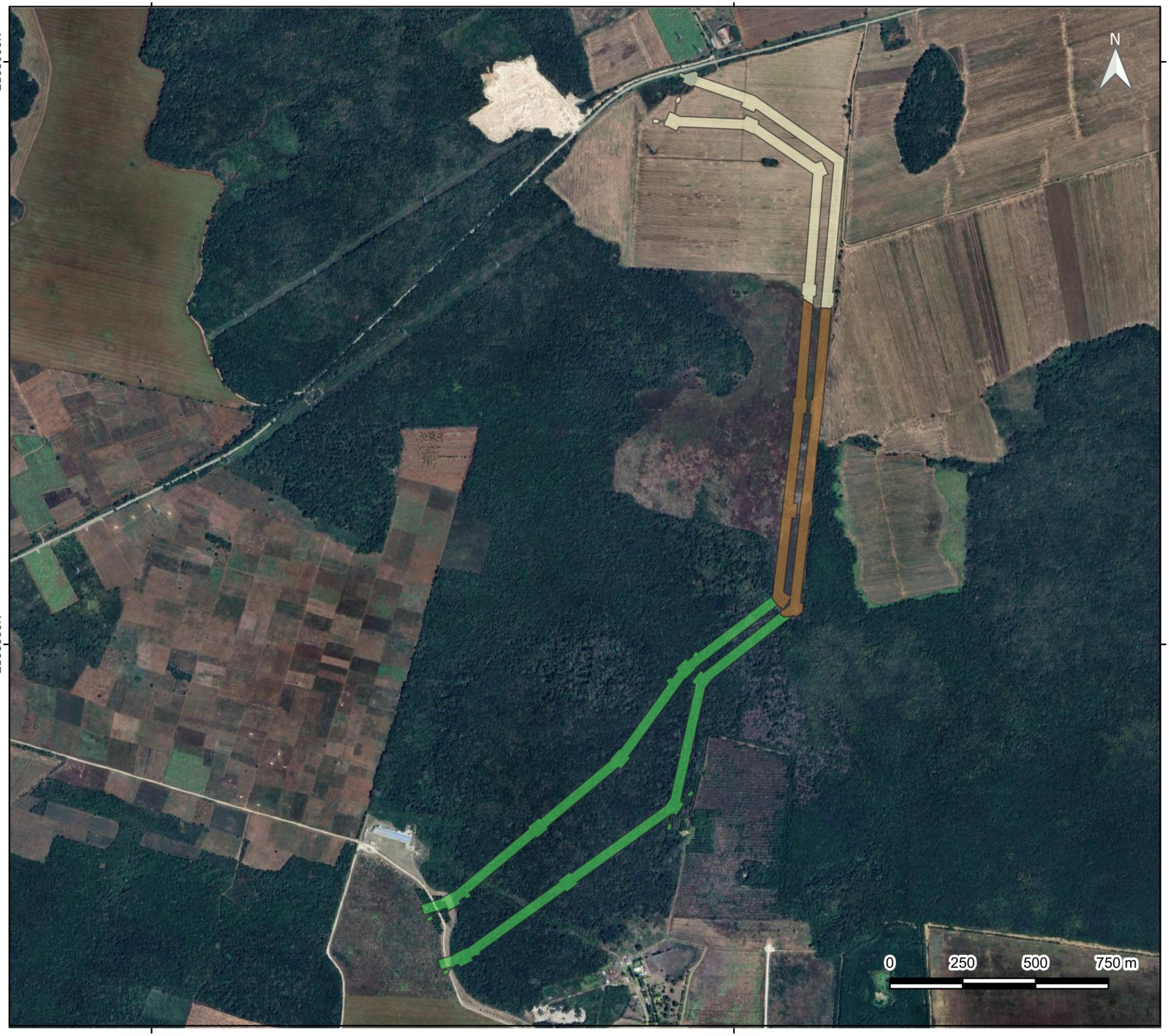
Ubicación estatal y municipal

Simbología

AP

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 06/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:18000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE





Uso de suelo y vegetación Campo

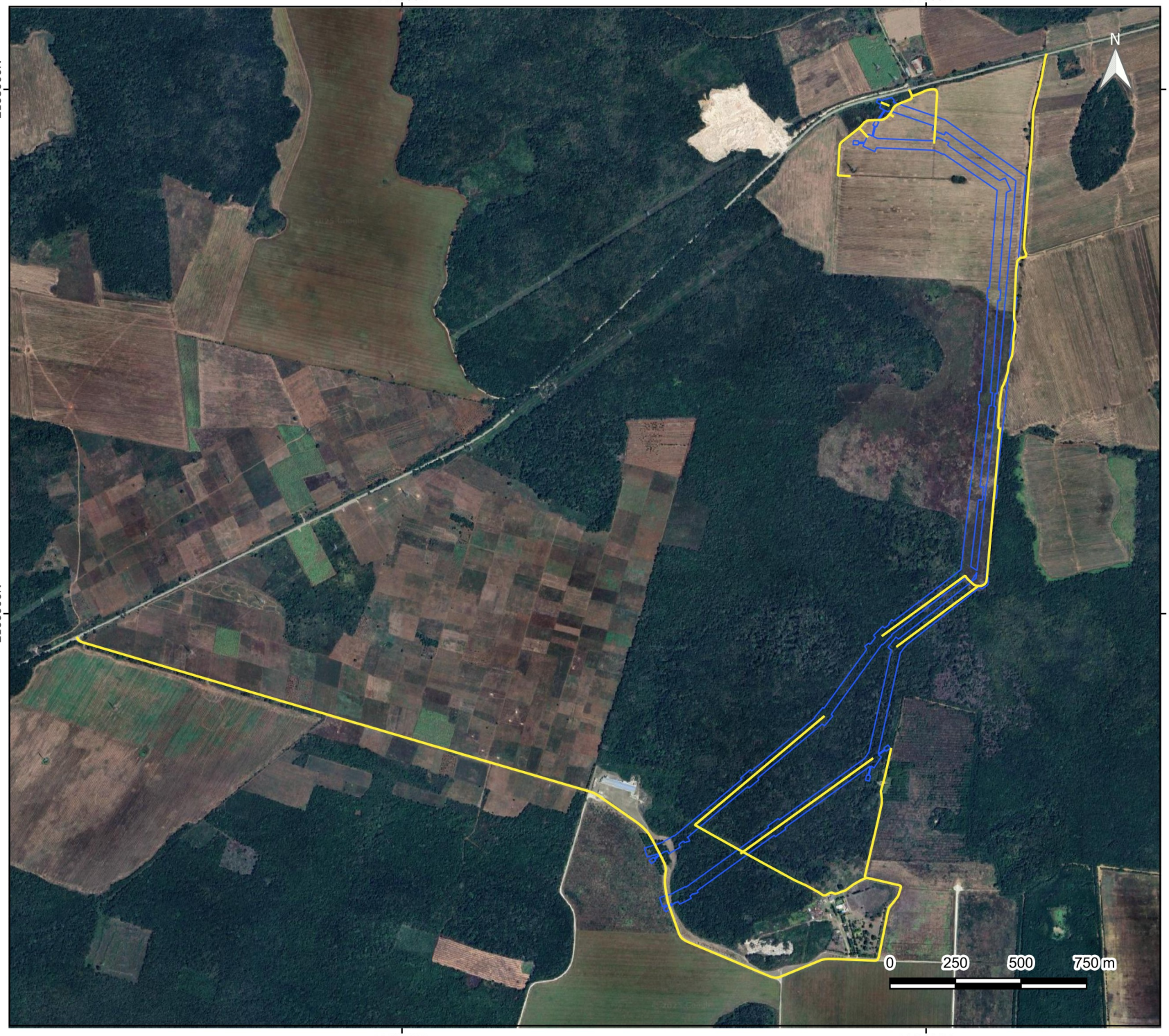
Simbología

USV

- Maiz
- Sorgo
- Vegetacion forestal

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 08/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:18000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE





Vías de acceso al Proyecto

Simbología

- Accesos
- AP

Fuente: Promovente
Fecha de elaboración: 06/01/2026
Notas técnicas:
Sistema de Coordenadas:UTM Zona 14N
Datum: WGS84 Escala: 1:20000
Elaborado por: B +F

BUSTAMANTE + FREYRE