

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

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.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
A M B I E N T A L

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

1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1.1. Nombre del proyecto

Planta Fotovoltaica Alten Puebla 250 MW

1.1.2. Ubicación del proyecto

El Proyecto se ubica en el municipio de Tepeyahualco, en el estado de Puebla, aproximadamente a 90 km al noroeste de la ciudad de Puebla.

1.1.3. Duración del proyecto

La vida útil del proyecto se estima en 30 años bajo condiciones normales de funcionamiento, sin necesidad de sustituciones ni rehabilitaciones sustanciales. El tiempo estimado para la preparación del sitio y la construcción es de 14 meses.

1.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1. Nombre y razón social

Alten Energías Renovables México Siete, S.A. de C.V. (la "Promovente").

El Anexo 1.1 contiene el acta constitutiva del Promovente.

1.2.2. Registro federal de contribuyentes

AER140313TI6.

El Anexo 1.3 contiene una copia del RFC de la Promovente.

1.2.3. Nombre del representante legal

Martín Hagerman Sánchez.

El Anexo 1.4 contiene una copia de la identificación oficial del Representante legal y el Anexo 1.2 una copia del acta de Asamblea general ordinaria de accionista de la Promovente donde se le otorga el Poder general para actos administrativos a Martín Hagerman Sánchez.

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

Calle:	Prolongación Paseo de la Reforma 115
Colonia:	Paseo de las lomas
Delegación:	Álvaro Obregón
Estado:	Ciudad de México
Código Postal:	01330
E-mail:	victoria.gonzalez@alten-energy.com ; idoia.alcolea@alten-energy.com
E-mail en cc:	felipe.salazar@alten-energy.com ; javier.andres@alten-energy.com

1.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.3.1. Nombre o razón social

ERM México, S.A. de C.V.

1.3.2. Registro federal de contribuyentes

EME900717GVA

1.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio

Paola Romero
Socio a cargo
ERM México, S.A. de C.V.
paola.romero@erm.com

Alejandro Guido
Gerente del Proyecto
ERM México, S.A. de C.V.
alejandro.guido@erm.com

El Anexo 1.5 contiene copias de las cédulas del personal involucrado en la elaboración del presente estudio.

1.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio

Calle: Calzada General Mariano Escobedo No. 476, Piso 13
Colonia: Nueva Anzures
Delegación: Miguel Hidalgo, Ciudad de México
CP: 11590
Tel.: (55) 5000 2500
E-mail: paola.romero@erm.com

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto denominado “Planta Fotovoltaica Alten Puebla 250 MW” (el “Proyecto”) consiste, en una planta de producción de energía eléctrica a partir de radiación solar ubicada en el municipio de Tepeyahualco, Puebla. El Proyecto tendrá una capacidad de 250 MW y toda la energía producida se entregará al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

El Proyecto se extiende en aproximadamente 1,726 Ha en las cuales se instalarán paneles fotovoltaicos. El polígono general se encuentra ubicado, principalmente, sobre áreas de cultivo y ganadería; actualmente no existen edificios en el polígono. La superficie de las parcelas es parcialmente plana, por lo que no se esperan trabajos por desplazamiento de tierras importantes.

2.1.1. Naturaleza del Proyecto

El Proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una planta de producción de energía eléctrica a partir de radiación solar con una capacidad de 250 MW, en el municipio de Tepeyahualco, Puebla. El proceso de generación de energía eléctrica de un parque fotovoltaico es simple, pues éste se compone de generadores solares fotovoltaicos que generan energía eléctrica a través de la radiación solar que incide sobre ellos. Cada panel produce energía eléctrica continua que, a través de inversores, se convierte en alterna. Posteriormente los transformadores, localizados en las subestaciones de elevación, aumentan la tensión para así permitir la conexión de la planta con el SEN, por medio de líneas de conducción de energía de un punto a otro.

El Proyecto estará conformado por los siguientes componentes:

1. 908,820 módulos fotovoltaicos de 330 Wp cada uno, agrupados en 54 bloques de potencia
2. 108 inversores;
3. 10,098 seguidores solares;
4. 30,294 strings; y
5. 1,080 cajas de conexión de buses de continua;
6. Subestación de maniobras (SEM) denominada “SE Alten- Puebla Maniobras”, que será cedida a la CFE;
7. Una línea de transmisión eléctrica aérea (LTE) de 400 kV, de longitud aproximada de 1.9 km; y
8. Una subestación eléctrica de elevación (SEE).

La localización de todos los elementos que componen el Proyecto se detalla más adelante.

2.1.2. *Selección del sitio*

La selección del predio para realizar el Proyecto se hizo tomando en cuenta que se trata de una zona con alta radiación solar (Figura 2.1), y está cercano a la red eléctrica existente de la CFE a la que busca abastecer, con buena infraestructura de comunicación terrestre (Carretera Federal 140 Xalapa-Puebla), una adecuada orientación física para la captación de radiación, y una zona dónde no existirá un impacto ambiental y social significativo.

Adicionalmente, se tomaron en cuenta los siguientes criterios de selección del área del Proyecto:

1. No incidencia con Áreas Naturales Protegidas u otras áreas de importancia ecológica.
2. Compatibilidad con los Ordenamientos Ecológicos aplicables.
3. Evitar áreas con cauces de agua de relevancia.
4. Evitar áreas con vegetación forestal, en la mayor parte de la superficie.

De acuerdo al Atlas de Zonas con Energías Limpias (AZEL)ⁱ, el sitio del proyecto se encuentra en una zona de alta calidad solar, con un potencial solar de entre 6,250-6,557 Wh/m²/día (Figura 2.1).

ⁱ Disponible en: <https://dgel.energia.gob.mx/azel/>

ATLAS DE ZONAS CON ENERGÍAS LIMPIAS

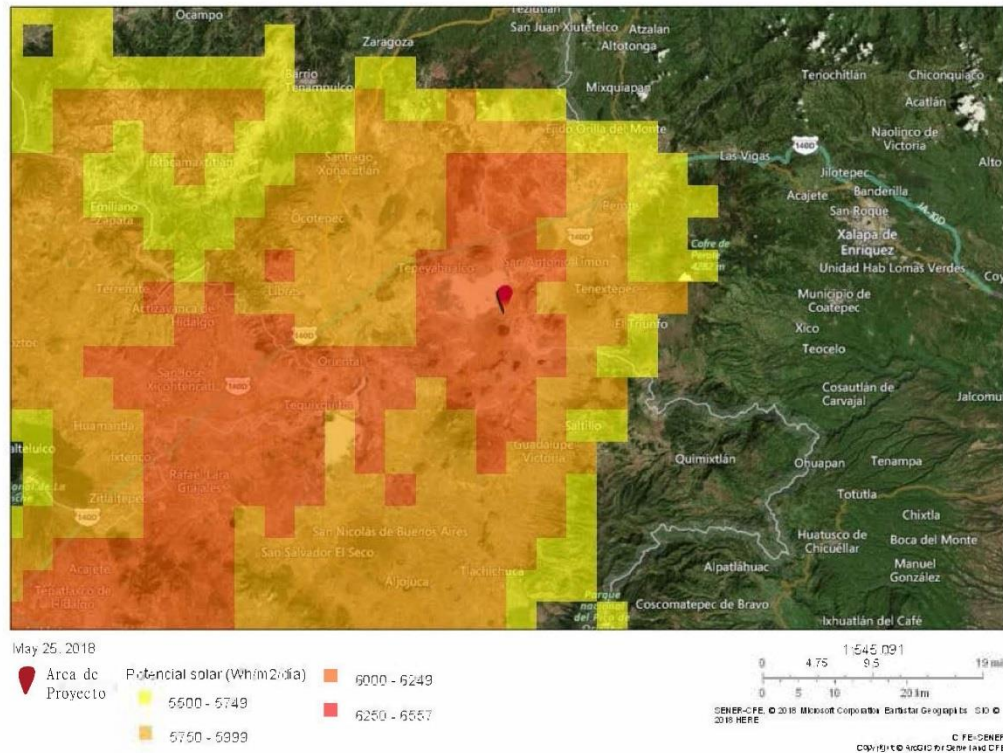


Figura 2.1 Zonas con alta calidad solar para la generación de energías limpias

Fuente: Azel, 2018

El Proyecto considera el uso de seguidores y se encuentra a menos de 2 km de la Red Nacional de Transmisión (RNT), ya que existe una Línea de Transmisión Eléctrica (LTE) que pasa por en medio de los polígonos del Proyecto; por lo que se consideró el Escenario 3 para las zonas de alto potencial para el desarrollo de proyectos de generación limpia. En este escenario, el Proyecto se encuentra en una zona con un factor de planta del 28%, con una capacidad instalable de hasta 400 MW y un potencial de generación de 969 GWh/a, estimando un potencial de emisiones evitables de hasta 440 Mt/a (Figura 2.2). Considerando lo anterior, este sitio se considera adecuado para la generación fotovoltaica de energía eléctrica, favorecido por la presencia de la LTE.

ATLAS DE ZONAS CON ENERGÍAS LIMPIAS

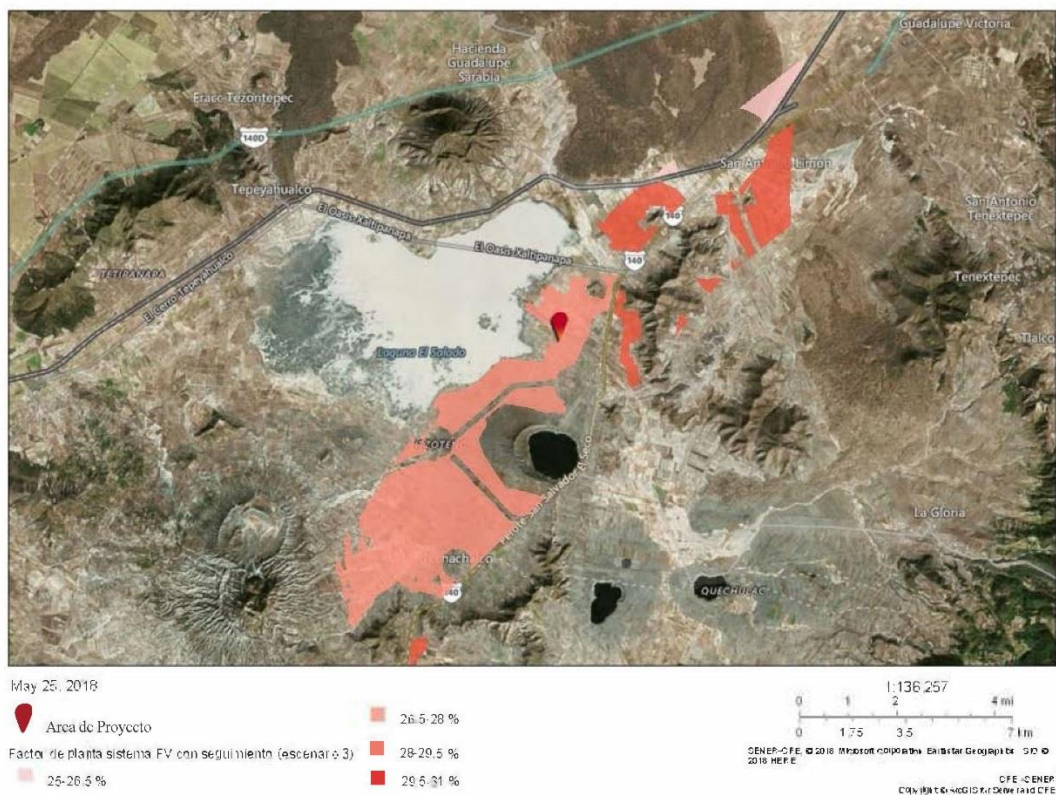


Figura 2.2 Zonas disponibles de alto potencial para el desarrollo de proyectos de generación limpia para FV con sistema de seguimiento- Escenario 3 (cercanas al RNT)

Fuente: Azel, 2018

2.1.3. Justificación

El objetivo del Proyecto es la búsqueda de nuevas fuentes de energía que contribuyan a diversificar la actual oferta energética, la cual se basa principalmente en un sistema de generación térmica y nuclear los cuales presentan impactos negativos importantes sobre el medio ambiente. Además, su consumo crece de forma considerable cada año, lo que genera que los recursos energéticos naturales corran el peligro de agotarse.

El desarrollo de este Proyecto va alineado al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 en el punto de reducción de emisiones, en la cual México se comprometió a reducir el 25% de sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de Contaminantes Climáticos de Vida Corta (bajo BAU) al año 2030. Este compromiso implica una reducción del 22% de GEI y una reducción del 51% de Carbono Negro. Apoya también los objetivos de desarrollo sustentable de la ONU.

Las energías renovables son la principal alternativa energética razonable para solucionar esta problemática ya que se caracterizan, principalmente, por ser inagotables y presentar un reducido impacto ambiental. Además, contribuyen al desarrollo local al potenciar los recursos autóctonos de la zona. De esta forma, las fuentes renovables de energía, como lo es la solar, constituyen una puesta tecnológica de futuro y se pueden consolidar como una fuente de suministro energético inagotable. De las distintas aplicaciones de la energía solar fotovoltaica, los sistemas de conexión a red son los que presentan mayores expectativas de incremento en el mercado fotovoltaico.

2.1.4. *Ubicación física del Proyecto*

El Proyecto se ubica en el municipio de Tepeyahualco, en el estado de Puebla, a aproximadamente 90 km al noreste de la ciudad de Puebla. El polígono que albergará el Proyecto se encuentra encuadrado en la carretera Puebla-Perote, en el entronque con la carretera que llega a Tepeyahualco. En los límites del polígono, se encuentra una localidad que se llama San José Alchichica.

Las siguientes tablas muestran las coordenadas UTM de los vértices del polígono envolvente el Proyecto, las áreas con los paneles fotovoltaicos, el área de la SEM, el área de la SEE y los puntos de la LTE.

En una primera aproximación del Proyecto, podemos definir las siguientes ubicaciones:

Tabla 2.1 *Coordenadas del polígono del Proyecto*

ITRF 2008 Zona 14					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
Polígono 170 ha					
1	670740.063	2149386.110	12	669572.552	2152030.596
2	670159.470	2149291.348	13	670091.588	2151674.852
3	670025.827	2149401.186	14	670227.847	2151589.781
4	669925.461	2149471.512	15	670209.094	2151489.575
5	669771.180	2149571.366	16	670168.576	2151091.698
6	669480.397	2149854.594	17	670193.840	2150545.825
7	669586.166	2150478.074	18	670197.604	2150276.336
8	669664.140	2150974.043	19	670360.876	2149952.322
9	669730.472	2151237.673	20	670514.482	2149717.212
10	669439.599	2151435.845	21	670740.063	2149386.110
11	669483.573	2151643.401			
Polígono 1,556 ha					
1	669608.310	2152743.360	57	666800.707	2152821.234
2	669417.512	2151673.099	58	666928.251	2152991.486
3	669313.493	2151718.095	59	666729.785	2153095.156
4	669149.172	2150765.635	60	666748.976	2153177.600
5	669178.227	2150755.165	61	666853.797	2153237.115
6	669052.507	2150188.869	62	667026.792	2153131.887
7	668804.846	2150186.099	63	667142.905	2153264.180
8	668756.131	2150141.986	64	666833.726	2153466.610
9	668659.324	2150013.103	65	666880.882	2153517.706
10	668461.881	2149910.248	66	667061.890	2153517.828
11	668577.661	2149831.741	67	667253.161	2153557.747
12	668410.478	2149631.871	68	667301.735	2153651.915

ITRF 2008 Zona 14					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
13	668296.393	2149703.318	69	667294.849	2153925.498
14	668228.778	2149752.936	70	667329.811	2154083.263
15	668158.926	2149612.859	71	667611.584	2154169.275
16	668814.406	2149062.978	72	668028.190	2153781.548
17	668196.793	2148147.302	73	668136.700	2153875.974
18	668068.609	2148218.294	74	668222.771	2153924.545
19	667846.958	2148276.636	75	668291.794	2153922.994
20	667532.009	2148347.439	76	668406.103	2153870.596
21	667351.077	2148397.921	77	668531.479	2153901.621
22	667235.292	2148423.196	78	668064.225	2154427.818
23	667236.188	2148461.268	79	667404.677	2155078.041
24	667219.647	2148529.249	80	667418.778	2155145.898
25	667150.053	2148534.657	81	667418.707	2155204.778
26	667144.970	2148606.691	82	667485.370	2155223.891
27	667027.085	2148617.284	83	667474.448	2155272.200
28	666003.566	2150378.581	84	667501.680	2155297.243
29	665947.521	2150474.528	85	667547.098	2155294.285
30	666148.411	2150491.743	86	667600.222	2155319.907
31	666328.237	2150457.353	87	667418.821	2155528.457
32	666440.730	2150472.361	88	667097.519	2155370.849
33	666644.780	2150409.969	89	666902.909	2155562.867
34	666745.611	2150406.278	90	667050.561	2155575.982
35	666922.903	2150453.449	91	668296.722	2156108.889
36	666964.671	2150511.125	92	670008.112	2153514.562
37	667047.466	2150544.239	93	670027.228	2153483.851
38	667121.815	2150652.892	94	670033.980	2153481.451
39	667230.237	2150761.504	95	669693.375	2153055.773
40	667288.525	2150870.897	96	669646.403	2152953.833
41	667606.885	2151211.443	97	669638.558	2152908.919
42	667814.537	2151356.766	98	669608.591	2152743.372
43	667520.348	2151550.924	99	669608.310	2152743.360
44	666989.562	2151896.617	100	669079.986	2153151.772
45	666703.648	2152087.454	101	668762.240	2152974.644
46	666273.567	2152373.297	102	668693.629	2152998.053
47	666277.088	2152464.170	103	668574.317	2152866.923
48	666284.306	2152539.523	104	668862.549	2152537.583
49	666112.801	2152652.182	105	668936.125	2152599.713
50	666023.088	2152790.378	106	669057.840	2152527.954
51	665850.001	2152910.583	107	669245.097	2152586.223
52	665881.942	2152966.531	108	669345.363	2152671.208
53	666110.246	2152805.737	109	669337.686	2152788.240
54	666254.283	2152987.838	110	669268.307	2152956.404

ITRF 2008 Zona 14					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
55	666426.001	2152835.590	111	669079.986	2153151.772
56	666552.209	2152978.424			

Tabla 2.2 *Coordenadas de la Subestación de Elevación*

ITRF 2008 Zona 14		
Vértice	X	Y
1	668397.781	2151048.403
2	668342.362	2150989.511
3	668249.116	2151054.423
4	668306.435	2151114.403
5	668397.781	2151048.403

Tabla 2.3 *Coordenadas de la Subestación de Maniobras*

ITRF 2008 Zona 14		
Vértice	X	Y
1	668792.588	2150912.618
2	668667.503	2150769.063
3	668426.142	2150936.823
4	668552.165	2151073.795
5	668792.588	2150912.618

Tabla 2.4 *Coordenadas de la LTE*

ITRF 2008 Zona 14					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
SEM a otra línea de CFE 303 m			SEM a línea de CFE 1,559 m		
1	668366.975	2151016.102	1	668731.556	2150841.030
2	668446.997	2150958.986	2	668860.086	2150751.921
SEE a SEM 98.3 m			3	668653.819	2150525.390
1	668366.975	2151016.102	4	667770.153	2151174.032
2	668446.997	2150958.986			

Tabla 2.5 *Coordenadas del área de Paneles*

ITRF 2008 Zona 14					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
Zona de Implante 1					
1	668039.221	2155668.888	6	668054.382	2154446.105
2	669809.879	2153385.968	7	667425.225	2155083.225

ITRF 2008 Zona 14					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
3	668221.687	2153609.238	8	667630.008	2155327.939
4	668051.290	2153774.572	9	667439.008	2155546.848
5	668571.592	2153891.941	10	668039.221	2155668.888
Zona de Implante 2					
1	667969.599	2153555.935	14	668486.362	2152898.067
2	668182.426	2153361.650	15	668865.573	2152508.333
3	668317.873	2153517.174	16	668941.753	2152570.873
4	668241.340	2153591.049	17	669114.413	2152463.365
5	669933.503	2153354.834	18	668990.520	2152306.501
6	669694.379	2153058.263	19	668827.975	2152154.142
7	669647.129	2152957.025	20	667168.727	2153416.984
8	669637.310	2152911.308	21	667168.395	2153489.772
9	669587.503	2152822.765	22	667299.414	2153571.386
10	669567.988	2152821.346	23	667333.726	2153721.149
11	669170.598	2153224.760	24	667979.544	2153629.424
12	668727.526	2153123.755	25	667969.599	2153555.935
13	668704.960	2153141.111			
Zona de Implante 3					
1	667549.425	2153055.843	11	668540.655	2151903.888
2	667309.234	2152766.247	12	667872.635	2151320.793
3	667506.697	2152637.249	13	666886.109	2151964.443
4	667621.803	2152769.491	14	666287.276	2152370.108
5	668082.909	2152454.737	15	666283.424	2152835.335
6	668171.777	2152573.765	16	666539.320	2152835.487
7	668631.780	2152237.869	17	666815.489	2152818.860
8	668585.563	2152176.171	18	667203.950	2153315.733
9	668629.874	2152143.693	19	667549.425	2153055.843
10	668467.411	2151956.954			
Zona de Implante 4					
1	667930.608	2149829.995	4	667829.228	2150731.013
2	667932.227	2149807.345	5	668142.390	2150497.244
3	667353.987	2150265.054	6	667930.608	2149829.995
Zona de Implante 5					
1	667910.172	2149748.016	4	667346.259	2150257.984
2	667033.015	2149674.784	5	667927.457	2149799.062
3	666985.373	2149907.027	6	667910.172	2149748.016
Zona de Implante 6					
1	668470.109	2149347.288	8	667192.923	2148651.200
2	667959.903	2148602.853	9	667031.133	2149659.844
3	667681.008	2148660.237	10	667906.123	2149738.150
4	667819.256	2148946.065	11	667905.097	2149724.205
5	667664.061	2148972.108	12	668068.161	2149674.158
6	667568.104	2148664.175	13	668470.109	2149347.288
7	667409.161	2148669.149			

2.1.5. *Inversión requerida*

La inversión requerida para el Proyecto se estima en \$ 4,576 millones de pesos (aproximadamente 220 millones de USD).

2.1.6. *Dimensiones del Proyecto*

El polígono envolvente del Proyecto tiene una superficie aproximada 1,726 Ha cuyas áreas están descritas en la Tabla 2.6 y se puede apreciar en la Figura 2.3. Para el caso de la LTE, se consideró un derecho de vía de 40 m, es decir 20 m de cada lado del eje de las líneas. El Proyecto requerirá la remoción de vegetación durante su construcción en 45 ha, correspondientes a pastizal halófilo; el resto de la superficie a afectar por las obras del Proyecto presentan campos agrícolas.

Tabla 2.6 *Dimensiones del Proyecto*

Obra/Instalación	Superficie		
	Hectáreas aproximadas	% de las ha	
Implante de paneles y subestaciones	Sin vegetación forestal	713.00	41.32%
	Con pastizal halófilo	45.00	2.62%
LTE		7.60	0.44%
Sin obras		960.00	55.62%
Total		1,725.60	100.00%

2.1.7. *Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y sus colindancias*

El Proyecto se encuentra ubicada sobre áreas de cultivo (principalmente dedicadas a haba y maíz) las cuales siguen en uso en su mayoría. El uso de suelo, de acuerdo a la serie VI de INEGI (2010) para el área del Proyecto está clasificado como vegetación de agricultura de temporal anual y permanente, y pastizal halófilo.

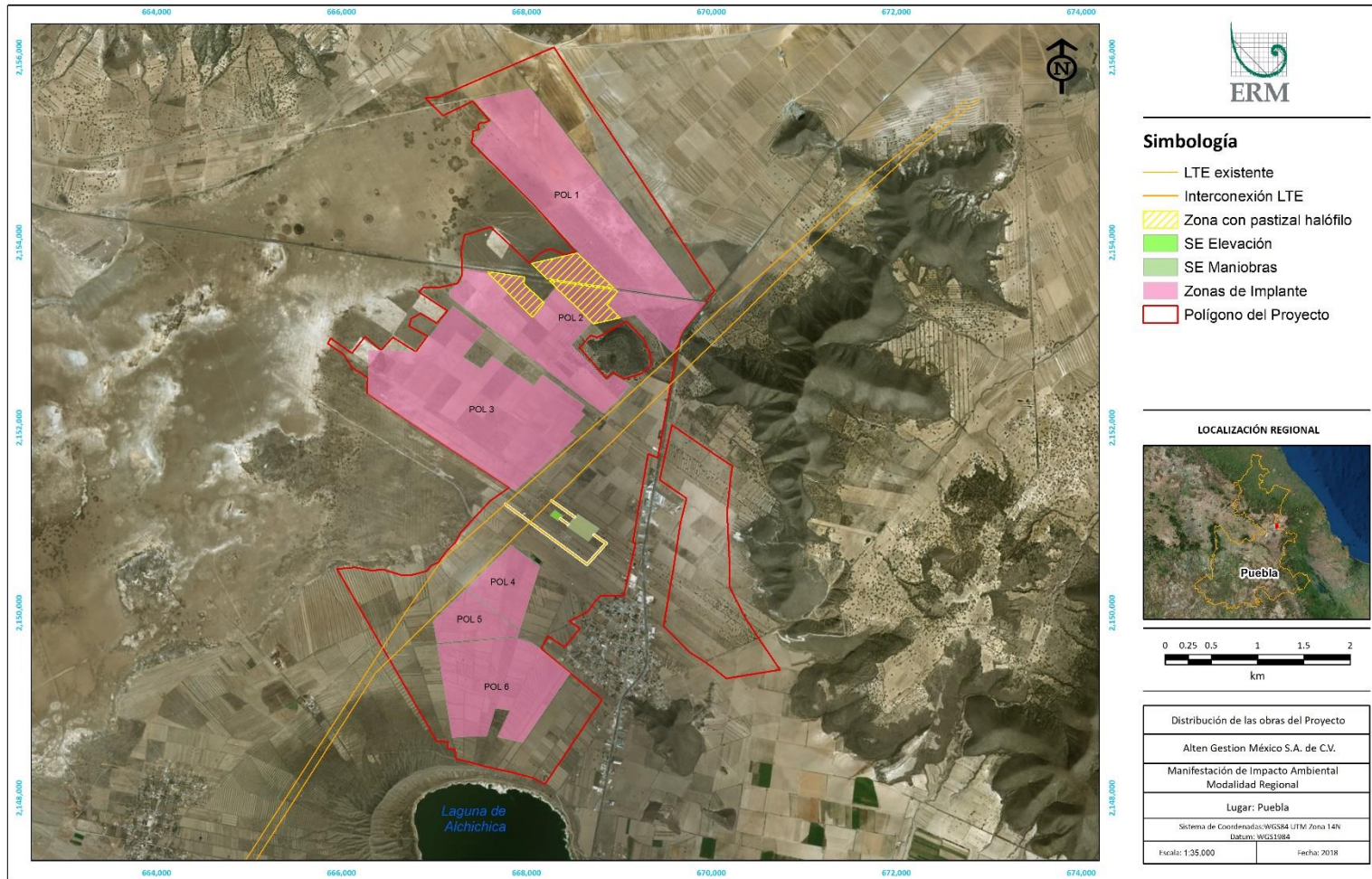


Figura 2.3 Dimensiones y distribución de las áreas del proyecto

Fuente: ERM, 2018

2.1.8. *Urbanización del área y descripción de servicios requeridos*

El área del Proyecto no se encuentra urbanizada y está conformada por campos agrícolas en su totalidad. Se encuentra adyacente al poblado de San José Alchichica y por lo tanto los servicios necesarios de recolección de residuos y adquisición de insumos podrán ser cubiertos con facilidad.

Durante la preparación de sitio y construcción, los servicios sanitarios se cubrirán por medio de sanitarios portátiles, el agua potable para el personal será provista por medio de garrafones y se usará agua tratada para la humectación del terreno. Los trabajos se realizarán durante el día; sin embargo, se contará también con instalación eléctrica que suministre energía a la zona de obra.

En la etapa de operación, el agua potable se suministrará por medio de garrafones de 20 L y se contratará un servicio de camiones cisterna de agua tratada para usar en la limpieza de los paneles solares.

2.2. *CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO*

A continuación, se describen las características de los principales elementos del Proyecto.

2.2.1. *Programa General de Trabajo*

La siguiente tabla se muestra el plan general de trabajo del Proyecto. Las etapas de preparación del sitio y construcción durarán aproximadamente 14 meses y la fase de operación 30 años.

2.2.2. *Representación gráfica regional y local*

La Figura 2.4 muestra la ubicación regional del Proyecto, mientras que la Figura 2.5 muestra la ubicación local, incluyendo todos sus elementos principales (áreas de paneles fotovoltaicos, la SEM, la SEE y la LTE) dentro del polígono envolvente.

Tabla 2.7 Programa general de trabajo del Proyecto

Actividades	Meses														Años			
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11	12°	13°	14	...30	31		
Preparación del sitio	■																	
Topografía, estudios de terreno y suelos	■																	
Adecuación de accesos	■																	
Montaje de vallado perimetral				■														
Desbroce y despalme				■		■												
Construcción						■												
<i>Instalación FV</i>																		
Anclaje y montaje de estructura de soportes de módulos FV					■													
Montaje de módulos FV					■													
Instalación de cuadros eléctricos y cableado de módulos FV					■													
Zanjas perimetrales para sistema de seguridad					■													
Zanjas interiores					■													
Cimentación CT, CR y casetas					■													
Instalación CT, CR y casetas									■									
Instalación de línea MT interna									■									
Instalación de líneas BT y SSAA									■									
Conexión de inversores, cuadros CC y AC									■									
Instalación de sistemas de seguridad									■									
Instalación de estación meteorológica									■									
Instalación de sistema de monitorización									■									
Conexión de líneas BT y MT													■					

Actividades	Meses														Años		
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11	12°	13°	14	...30	31	
Pruebas de conexonado y megado																	
<i>Línea de Evacuación (MT)</i>																	
Estudio topográfico final																	
Montaje electromecánico																	
Pruebas de conexión y megado																	
<i>Subestación eléctrica (AT)</i>																	
Montaje electromagnético ST elevación y maniobras CFE, infraestructuras necesarias red CFE área evacuación																	
Pruebas de recepción en fábrica (FAT)																	
Pruebas individuales, pruebas de conexonado y ensayos																	
Pruebas en campo: supervisión personal de la zona de transmisión Bajío CFE, de equipos y sistemas de protección y control																	
Operación y Mantenimiento																	
Abandono del sitio																	

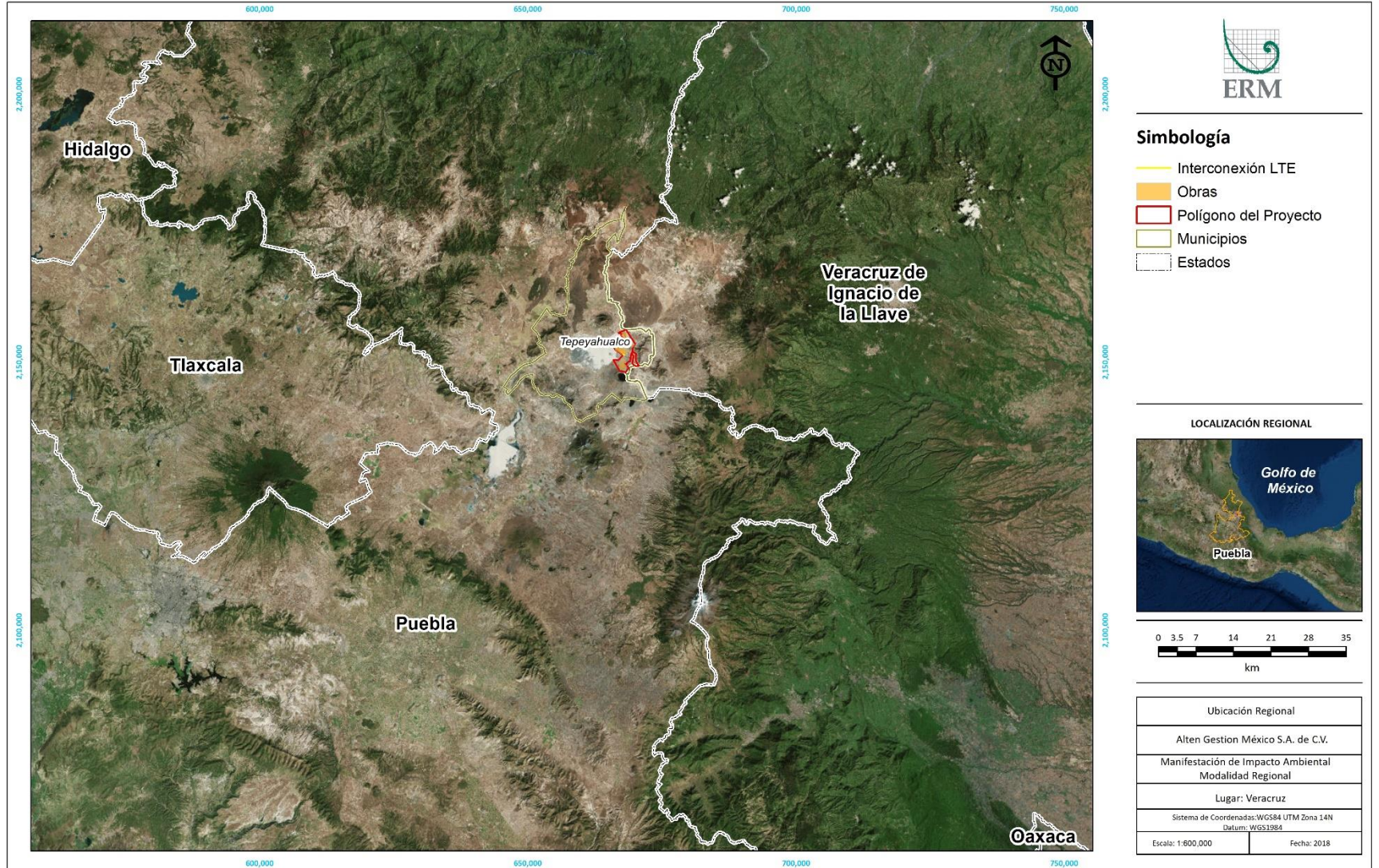


Figura 2.4 *Ubicación Regional del Proyecto*

Fuente: ERM, 2018

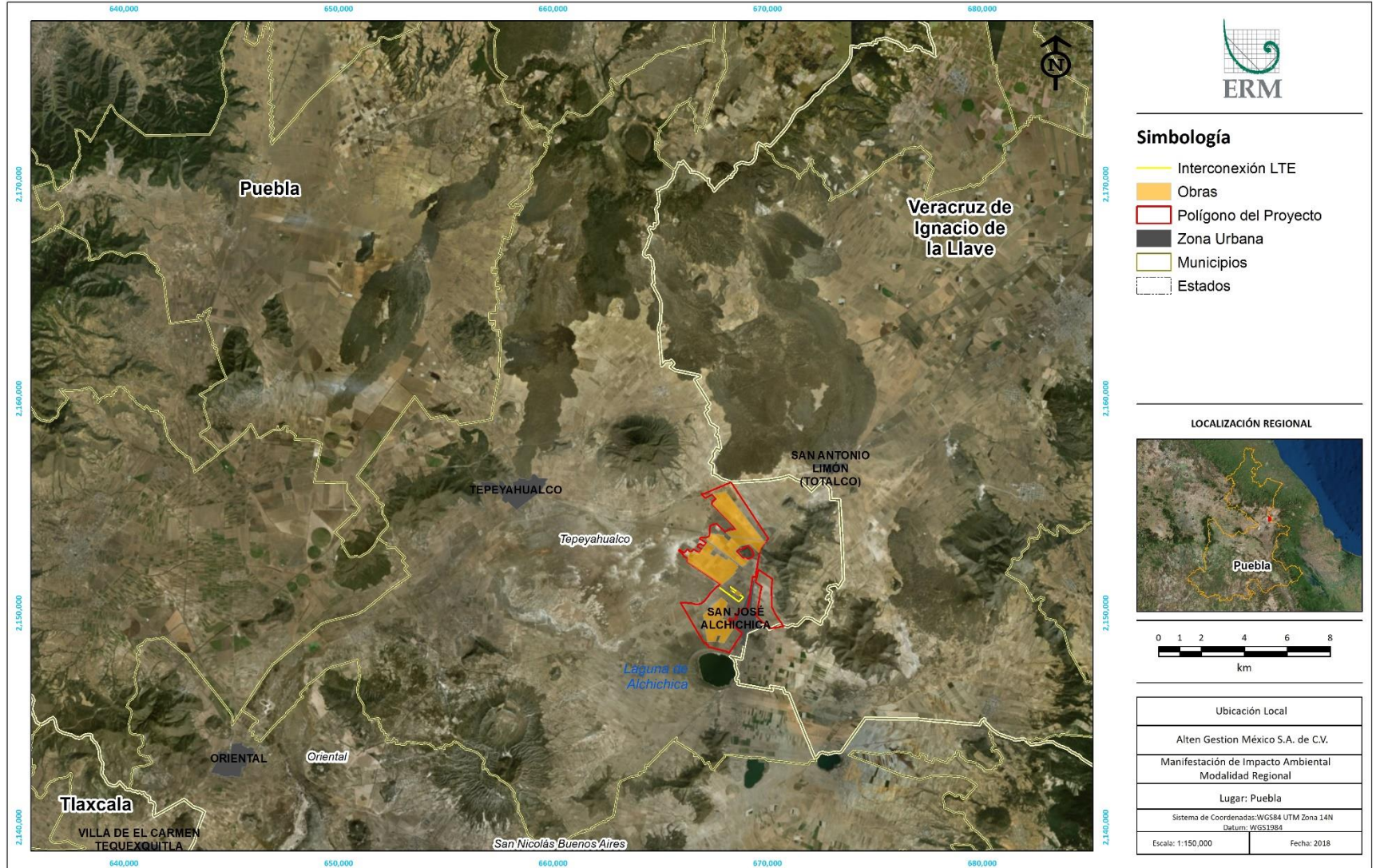


Figura 2.5 Ubicación Local del Proyecto

Fuente: ERM, 2018

2.2.3. *Generador fotovoltaico*

El Proyecto tendrá una potencia nominal de 250 MW. El generador fotovoltaico estará formado por 908,820 módulos fotovoltaicos de 330 Wpⁱⁱ cada uno, para formar un generador fotovoltaico de aproximadamente 300 MWp de potencia. Los módulos estarán agrupados en 54 bloques de potencia de 5,120 kVAⁱⁱⁱ cada uno.

2.2.4. *Módulos fotovoltaicos*

El generador fotovoltaico está constituido por una agrupación de módulos fotovoltaicos conectados en serie y en paralelo para obtener un óptimo nivel de tensión y corriente en un rango compatible con las entradas del inversor seleccionado.

Los módulos fotovoltaicos están compuestos principalmente de células fotovoltaicas de silicio policristalino. A través de la exposición a la luz solar los módulos fotovoltaicos convierten la radiación solar en electricidad de corriente continua a través de un proceso conocido como el efecto fotovoltaico. Estos módulos proporcionan una potencia nominal media de 330 Wp.

2.2.5. *Bloques de potencia*

Los bloques de potencia cuentan con los siguientes elementos:

1. **Inversores:** son los equipos encargados de transformar la corriente continua de los módulos en corriente alterna para su conexión a la red de CFE, actuando como una fuente de corriente, realizando el seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador. El Proyecto contará con 108 inversores, es decir, dos inversores por bloque.
2. **Transformador LV/MV:** cada bloque de potencia utilizará un (1) transformador de potencia 4,608 KwAC, 660VAC/34.5 kWAC. Éstos elevarán la baja tensión a 34.5 kW y se interconectarán en una red interna en media tensión. Cada transformador contará con:
 - Depósito de aire;
 - Filtro;
 - Relé de protección DGPT2 de sobrecalentamiento, sobrepresión y nivel de aceite.
3. **Celdas de protección y seccionamiento:** Las celdas se conectarán a la subestación mediante una línea de 34.5 kW situada dentro de los límites del Proyecto. Las celdas cumplen con la función de unir los bloques de

ⁱⁱ Watio pico

ⁱⁱⁱ Kilovoltiamperio

potencia a los radiales de media tensión y, de esta manera, evacuar toda la potencia generada por el Proyecto.

4. **Sistemas auxiliares y cuadros de protección:** Serán alimentados por un transformador auxiliar LV/LV^{iv}. Este sistema es el encargado de alimentar a los siguientes equipos
 - Ventilación forzada;
 - Luminarias;
 - Sistema de adquisición de datos;
 - Alimentador de la caja de conexión;
 - Otros.

2.2.6. *Seguidores solares*

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre estructuras metálicas con seguimiento solar para maximizar la captación de la radiación solar y, por lo tanto, la producción eléctrica. La estructura tiene un seguimiento sobre un eje horizontal. El Proyecto contará con 10,098 seguidores solares. Todos los elementos que componen la estructura de los seguidores (i.e. postes, vigas, barras, etc.) serán de acero para evitar la corrosión durante la vida útil del Proyecto (30 años).

2.2.7. *Instalación eléctrica*

El Proyecto tendrá un punto de conexión el cual se unirá a la red eléctrica en barras de 400 kV de la subestación “SE Alten-Puebla Maniobras”. Se inyectará a la red una potencia activa de 250 MW como máximo y se alcanzará dependiendo de las condiciones de irradiación, temperatura y degradación de la potencia pico. La instalación eléctrica estará conformada por los siguientes componentes:

1. Cableado;
2. Conectores;
3. Cajas de conexión;
4. Sistema de puesta a tierra;
5. Red de media tensión;
6. Red de alta tensión;
7. Una subestación de elevación; y
8. Una línea de transmisión eléctrica aérea (LTE) de 400 kW de longitud de 1.9 km.

^{iv} Bajo voltaje (LV por sus siglas en inglés “*low voltage*”).

2.3. *PREPARACIÓN DEL SITIO*

Las principales actividades necesarias para el acondicionamiento del sitio consistirán en desmontes, despalme, nivelaciones, obras provisionales, adecuación de estacionamientos temporales para maquinaria. Las mismas, se describen a continuación.

2.3.1. *Desmante y despalme*

En las áreas donde se instalarán obras permanentes (subestación de transformación, almacén y taller mecánico, edificios de control y caminos de operación y mantenimiento de la central generadora) se realizarán trabajos de desmante y despalme del terreno natural, los cuales se realizarán por medios mecánicos. En el sitio no existe vegetación arbórea, por lo que solo será necesario desbrozar las herbáceas del pastizal halófilo en 45 ha.

No está previsto un despalme elevado, ya que las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos se podrán instalar sin necesidad de realizar trabajos de nivelación, siempre y cuando los porcentajes de desniveles norte-sur y este-oeste sean menores a las especificaciones del fabricante. La estructura se adaptará al perfil del terreno, en la medida de lo posible, para minimizar el movimiento de suelo natural.

2.3.2. *Trazo y nivelación*

En la superficie comprendida para construir el Proyecto, se realizarán mediciones, levantamientos, trazos planimétricos, altimétricos y las referencias necesarias para delimitar la zona, la colocación de estacas, mojoneras, señales o marcas colocadas en el terreno que sirven para indicar líneas, ejes, trazos, elevaciones y referencias de la obra, de acuerdo con el Proyecto.

2.3.3. *Caminos*

La sección tipo de los caminos internos consiste en una plataforma de mínima 3.5 metros de anchura (5 metros en las curvas) ejecutada mediante la excavación del terreno y una capa aproximada de 15 cm de zahorra compactada de buena calidad. En caso necesario se realizará una estabilización con cal o equivalente, considerando la aprobación de la autoridad competente.

La construcción de caminos incluirá la excavación del terreno vegetal hasta una profundidad en la que el terreno tenga las características apropiadas para nivelar y preparar la cimentación del camino, reemplazarlo con grava y compactarlo de manera apropiada.

2.3.4. *Personal requerido durante la preparación del sitio*

Durante la etapa de preparación del Sitio, se estima la contratación de 20 personas de manera indirecta^v. El transporte diario del personal será realizado por medio de camiones, camionetas u otro medio de transporte. Los horarios estarán asociados al inicio y término de la jornada de trabajo.

2.3.5. *Insumos, equipos y maquinaria durante la preparación del sitio*

Debido a la conformación de caminos de operación y la formación de terraplenes de las áreas de taller, mantenimiento y administración, se tendrá que realizar una humectación del material del suelo. Esto para realizar una compactación máxima de los materiales y así poder tener una base de soporte para estas áreas en perfectas condiciones y que permita el flujo continuo de equipo de construcción y mantenimiento. Para el riego de caminos, se estima un consumo aproximado de 10 m³ por día. No obstante, la frecuencia del riego será evaluada de acuerdo al tráfico en cada uno de los caminos y las condiciones ambientales.

Se proveerá agua potable para los trabajadores por medio de estaciones techadas con garrafones que serán abastecidos por una empresa externa en las cantidades requeridas según el número de trabajadores bajo condiciones de salud e higiene óptimas para el consumo humano.

Se utilizarán provisionalmente generadores de gasolina o diésel con el fin de abastecer de energía eléctrica a los frentes de construcción del parque fotovoltaico, así como a las oficinas y sistemas de seguridad de la instalación.

La maquinaria y equipo necesarios para la construcción de las diferentes etapas de la obra, serán surtidos de diésel, gasolina y lubricantes.

En la Tabla 2.8 se presenta la maquinaria y equipo a emplear de preparación y construcción. Las cantidades expuestas son únicamente estimaciones, las cuales serán verificadas con el contratista que realizará la construcción del Proyecto.

Tabla 2.8 *Equipo a utilizar en las etapas de preparación de sitio y construcción*

Etapa del Proyecto	Equipo	Horas por día
Preparación de sitio	2 Motoniveladoras	10
	1 Tractor raspador	10
	5 Retroexcavadoras	10
	2 Compactadoras	10

^v Una parte de la generación de empleos será de manera indirecta, debido a que la empresa que contratará personal será el contratista.

Etapa del Proyecto	Equipo	Horas por día
Construcción (instalación estructural)	6 Hincadores de postes (montado en minicargador o similar)	10
	3 Perforadoras	10
	5 Grúas horquilla todoterreno (135 HP)	10
	5 Grúas horquilla todoterreno (99 HP)	10
	10 Minicargadores / bobcat o similar	10
Construcción (Instalación eléctrica)	3 Zanjadoras	10
	10 Minicargadores	10
	5 Cargadoras retroexcavadoras	10
Construcción (Subestación)	1 Camión grúa	10
	1 Camión grúa telescópica	10
	2 Excavadoras	10
Construcción (Línea de transmisión)	1 Compactadora	10
	1 Camión grúa telescópica	10
	2 Retroexcavadoras	10
	1 Motoniveladora	10

Fuente: Alten, 2017

2.4.

DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO

Para la etapa de preparación del sitio y construcción, se contempla la instalación de zonas de recepción y almacenaje de herramientas y materiales de construcción, así como una caseta de vigilancia.

Se contará con oficinas para la administración de la obra. Éstas consistirán en casetas de obra modulares debidamente adaptados para el trabajo. El Proyecto contempla una plaza de estacionamiento en el área de instalaciones de la obra.

En estas etapas se contará también con servicios provisionales de agua potable y servicios sanitarios portátiles suministrados por empresas especializadas para esta actividad y debidamente registradas. Se está considerando un baño portátil por cada 25 trabajadores. El consumo de agua por estos equipos tanto para su limpieza como por su funcionamiento será suministrado por una o varias empresas contratistas autorizadas que cumplan con las normas de sanidad establecidas por la Secretaria de Salud.

Se exigirá durante el periodo de obra a cada una de las contratistas del constructor que dispongan de un área para almacenar residuos no peligrosos, junto con su etiquetado correspondiente. Adicionalmente el contratista principal pondrá a disposición de sus contratistas un área superior en donde verter dichos residuos y será éste quien asegure mediante la contratación de una empresa local registrada, la correcta disposición de cada uno de los residuos dispuestos en lugares apropiados. Asimismo, se dispondrá de un área para estacionar

maquinaria de construcción y un espacio para el almacenamiento de materiales, herramientas y equipos.

La implementación de comedores, cumplirá con las normas de seguridad y salud que establece la normatividad aplicable. En función del número máximo de trabajadores que se puedan encontrar en las distintas fases de obra, determinaremos la superficie y elementos necesarios para las instalaciones. Los comedores estarán dotados con bancos, sillas y mesas; se mantendrán en buen estado de limpieza y conservación.

Habrará una sala de primeros auxilios que consistirá en un camión tipo camper adaptado para dar atención médica primaria.

Probablemente durante la etapa de construcción la energía será suministrada mediante generadores diésel. Se estima que se necesitarán dos generadores diésel de 120 kVA.

Se exigirá al contratista encargado de la obra civil (aún por determinar) que se cerciore de que la empresa encargada del abastecimiento de combustibles esté homologada y cumpla con los requerimientos demandados por la normatividad mexicana. Adicionalmente, tendrá que adecuar los caminos para la etapa de operación y mantenimiento.

La obra civil, será realizada por una empresa especializada que realice la adecuación de los caminos de operación y mantenimiento (empresa aún por determinar).

2.5. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

2.5.1. Edificio de control

El edificio de control, dispondrá una zona de oficinas del personal, así como espacio de almacén y mantenimiento. El diseño del edificio y su cimentación al terreno se hará según la legislación local y nacional aplicable. El tamaño del edificio y el número y configuración de las habitaciones y aseos será función del número de personas asignadas al Proyecto. El edificio estará equipado con lo siguiente:

1. Sistema de Control y Monitorización;
2. Sala de oficina y reuniones;
3. Instalaciones de fontanería y saneamiento;
4. Instalación de calefacción y aire acondicionado;
5. Vestuarios;
6. Aseos conforme a la legislación aplicable y suficiente para el número de empleados asignados a la Planta;
7. Equipo antiincendios; y

8. Edificio de Almacén donde se tendrán equipos eléctricos, de instrumentación y control

Además de dicho edificio, se instalará un edificio de obra o seguimiento, de 50 m², contiguo al edificio de la oficina.

Por último, se tendrá un edificio de control en la subestación de elevación donde se espera que tenga las siguientes salas:

1. Sala de control,
2. Sala de baterías,
3. Sala de celdas, y
4. Sala para Trafo de SSAA y grupo electrógeno.

2.5.2. *Áreas de estacionamiento*

También se considera una zona de aparcamiento con capacidad de al menos 15 vehículos, ubicada en las cercanías del edificio de control y lo más cerca posible del vial de acceso a planta que se haya establecido en cada caso.

2.5.3. *Vallado*

El vallado tendrá que cumplir con las regulaciones aplicables y se tendrán en cuenta las implicaciones ambientales. El vallado, la puerta de acceso y el sistema de seguridad serán compatibles entre sí. Las siguientes figuras muestran un ejemplo tipo de vallado y puerta de acceso, pero las especificaciones finales se concretarán en base a las necesidades del proyecto

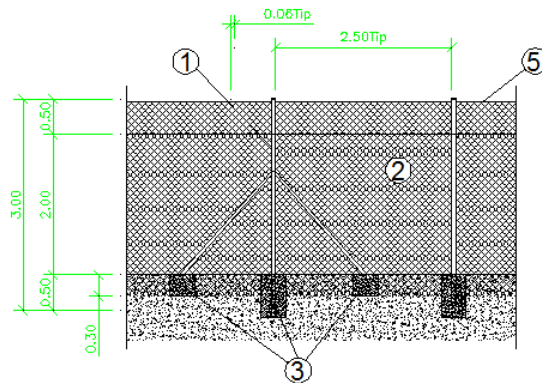


Figura 2.6 *Vallado*

Fuente: Alten, 2018

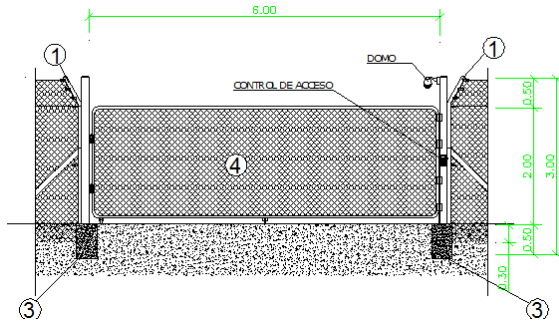


Figura 2.7 Puerta de acceso

Fuente: Alten, 2018

2.5.4. Zanjas y registros

El cable de potencia irá enterrado directamente, sin tubo, excepto en los cruzamientos, que irán bajo tubo con protección de hormigón. El cable de comunicación y sistemas auxiliares irán siempre bajo tubo.

Los registros necesarios se ejecutarán en concreto prefabricado, con sumidero y deberá cumplir con la normativa aplicable. En el caso de arquetas con entrada de tubo se considerará el correcto sellado de los mismos.

El cableado de media tensión (MT) irá directamente enterrado en zanjas de al menos 80 cm de profundidad, con variaciones de anchura en función del número de circuitos instalados.

2.5.5. Drenajes

Se construirá una red de drenajes para proteger los viales, las casetas de inversores y transformadores, y edificaciones, de acuerdo a normativa de aplicación y los requerimientos de la autoridad competente.

Se construirá una red de drenajes que desagüe un caudal de diseño equivalente producido por una tormenta de 10 años de período de retorno. Esto significa que la probabilidad de que se supere ese caudal en un año es de 1/10.

El drenaje propuesto discurrirá paralelo a los caminos de la planta fotovoltaica. Las cunetas recogen el caudal de una cierta área que vierte en ellas y este caudal es conducido a un punto de desagüe o a otra cuneta que finalmente evacua el caudal fuera de la planta. Estas cunetas se diseñarán asegurando que tienen sección suficiente para los eventos de probabilidad escogida.

Se propone como solución además, una elevación y protección de los bloques de potencia como se observa en la Figura 2.8.

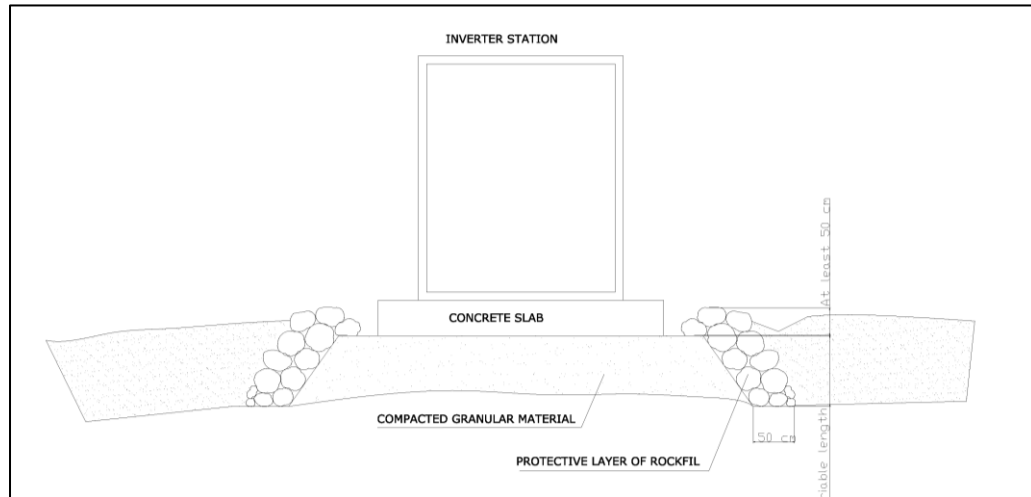


Figura 2.8 *Protección de los bloques de potencia*

Fuente: Alten, 2018

Adicionalmente, los caminos serán protegidos como se observa en la Figura 2.9.

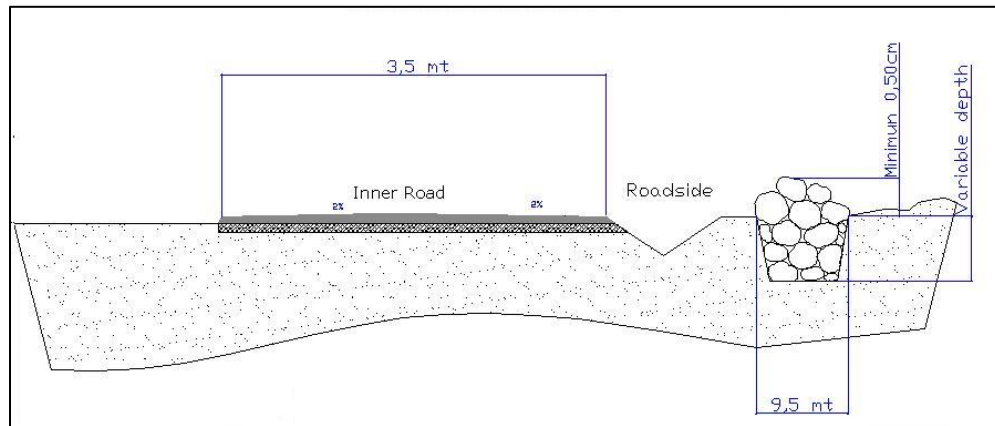


Figura 2.9 *Protección de caminos*

Fuente: Alten, 2018

2.5.6. *Línea de transmisión eléctrica y subestaciones eléctricas de maniobras*

La línea de transmisión o línea de evacuación permitirá inyectar la energía generada en el parque al sistema eléctrico nacional y estará condicionada a las especificaciones recomendadas por CFE. La línea de transmisión contará con estructuras de apoyo, conductores y un sistema de puesta a tierra, todos estos elementos serán diseñados y construidos apeguándose a las especificaciones dadas por CFE (Ver sección 2.1.4. del presente capítulo).

El derecho de vía de esta línea se adecuará a la normativa aplicable (NRF-014-CFE-2014).

2.5.6.1. *Líneas de conducción aérea para alta tensión*

La línea de transmisión permitirá inyectar la energía generada en el parque al SEN y estará condicionada a las especificaciones recomendadas por CFE. La línea de transmisión se extenderá por un total de aproximadamente 1.9 km (98.3 m de la Se Elevación a la SE Maniobras; 1.56 km de la SE Maniobras a la línea 400 kW de CFE y 303 m de la SE Maniobras a la otra línea de 400 kW de CFE) y contará con estructuras de apoyo, conductores y un sistema de puesta a tierra, todos estos elementos serán diseñados y construidos apegándose a las especificaciones dadas por CFE.

2.5.7. *Personal requerido durante la construcción*

Durante la etapa de construcción, se estima que se pueda alcanzar la contratación de 350 trabajadores indirectos, alcanzando 900 trabajadores durante el pico de trabajo.

2.5.8. *Insumos, equipos y maquinaria durante la construcción*

2.5.9. *Agua*

El agua necesaria para la etapa de construcción y para la humectación y riego de caminos no asfaltados será agua tratada, provista por camiones cisterna. Para el riego de caminos, se estima un consumo aproximado de 90 m³ por día. No obstante, la frecuencia del riego será evaluada de acuerdo al tráfico en cada uno de los caminos y las condiciones ambientales. Se estima una duración de seis meses de obras de movimiento de tierra durante la etapa de construcción, por lo que el consumo total de agua procedente de camiones cisternas se estima en unos 16,200 m³ (2,700 m³/mes aproximadamente). Finalmente, para el consumo humano se mantendrá un stock de agua potable envasada en garrafones, almacenados en algún lugar cubierto y protegido del sol.

En el área del Proyecto se dispondrá de varios tanques de agua para uso exclusivamente sanitario, que serán recargados frecuentemente a través de camiones cisterna. Se estima un consumo medio de aproximadamente 100 m³ al día.

Finalmente, para el consumo humano se mantendrá un stock de agua potable envasada en bidones, ubicado en lugar cubierto y protegido del sol.

Tabla 2.9 *Consumo de agua durante la etapa de construcción*

Naturaleza del uso	Volumen estimado (m ³)	Fuente
Agua de uso sanitario	100 m ³ /día - 3,000m ³ /mes	Camión cisterna

Naturaleza del uso	Volumen estimado (m ³)	Fuente
Agua de irrigación de caminos	90m ³ / día - 1,620m ³ /mes	Camión cisterna
Agua potable	Se estima un abastecimiento mínimo de dos litros por persona y día.	Bidones de agua potable - suministrador local

Fuente: Alten, 2017

No obstante, la cantidad de agua utilizada para irrigación de caminos variará en función de las condiciones meteorológicas y del tráfico en la zona.

2.5.9.1. *Energía*

Probablemente durante la etapa de construcción la energía será suministrada mediante generadores diésel. Se estima que se necesitarán dos generadores diésel de 120 kVA, el diésel será almacenado en tanques de baja capacidad (25 litros) en el almacén temporal para materiales y herramienta, contemplado en las obras provisionales previamente descritas.

2.5.9.2. *Maquinaria*

Se estima que la maquinaria requerida para la etapa de construcción será la siguiente:

1. Motoniveladoras,
2. Excavadoras y Excavadoras mixtas,
3. Grúas,
4. Mini Bobcat,
5. Hincadoras,
6. Compactadores, y
7. Camión Grúa / Cesta

2.6. *ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO*

2.6.1. *Mantenimiento de los paneles*

Durante la fase de operación y mantenimiento, los paneles se limpiarán según las necesidades y condiciones de la planta. La limpieza de los paneles será realizada con agua tratada, que será suministrada por medio de pipas de un tercero con las autorizaciones pertinentes.

2.6.2. *Controlador de la planta de energía*

El controlador de la planta de energía garantiza el mantenimiento de puntos de referencia para responder a las necesidades de la planta de energía fotovoltaica y

de la red de utilidad para los operadores de planta y red. Controla la planta con arreglo a los requisitos del operador de red y, a través de la adaptación de la potencia reactiva y activa, contribuye a la estabilización de la red eléctrica.

2.6.3. *Sistema de monitoreo y control*

Por medio del sistema de monitoreo y control se podrá realizar una adecuada visión global y detallada de la operación de la planta, proporcionando además herramientas de detección de fallas o desvíos.

Se monitorizarán, entre otros, los siguientes elementos:

1. Entradas DC a inversores (en caso necesario se monitorizarán los strings por medio de cajas de nivel),
2. Inversores,
3. Seguidores,
4. Temperaturas casetas de inversores y transformadores,
5. Estación meteorológica y sensores irradiación,
6. Contadores de energía y analizadores,
7. Subestación eléctrica, y
8. PLCs, data-loggers y PPC

Todos los datos serán enviados al centro de control vía fibra óptica, donde estará instalado el software Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA), que procesará todos los datos recibidos y estará supervisando de manera continua los valores reales y calculados de la planta, identificando a tiempo real cualquier incidencia que afecte o pudiera afectar a la producción, y cualquier variación entre la producción prevista y la real.

En la arquitectura del SCADA se considerará la robustez y redundancia de los equipos críticos, y dispondrá de las siguientes prestaciones: recuperación automática de datos store & forward, elevada disponibilidad de datos, ciber seguridad, comunicación bidireccional y recepción de consignas con Compañía Eléctrica, y conexión a base de datos SQL (Structured Query Language) o similar.

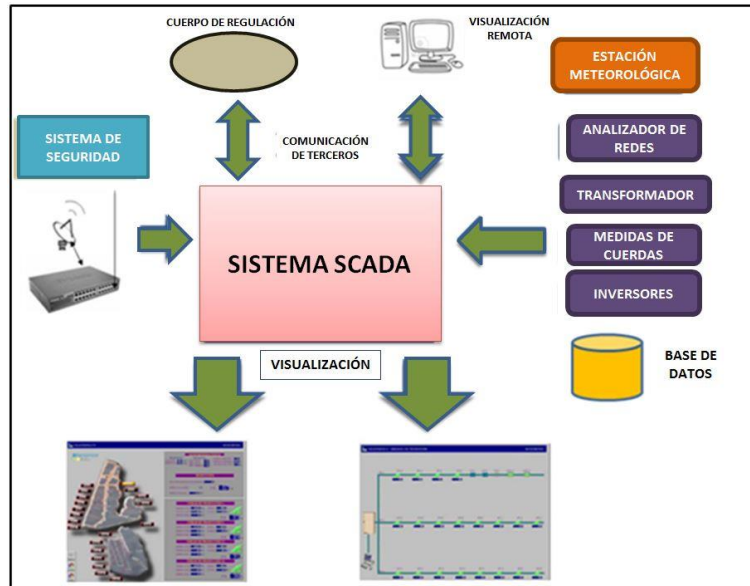


Figura 2.10 *Esquema del sistema de monitorización y control*

Fuente: Alten, 2018

2.6.3.1. Equipamiento para monitorización y control

En el centro de control de la planta se instalará un servidor.

Equipamiento de caseta de inversores

Equipamientos (1 por cada caseta de inversores) compuesto por:

1. PLCs (controladores lógicos programables).
2. Un Switch gestionados con FO en anillo con dos puertos de FO multimodo y seis RJ45. Distancia de transmisión de 2,800 m.
3. Armario compacto para controladores de dimensiones mínimas 440x640x180 mm.
4. Conversores RS485/TCP-IP si fueran necesarios.

Cableado

Desde la caseta de inversores se tenderá un cable de fibra óptica que irá uniendo las casetas de inversores, y estas a su vez con el centro de control según se indica en planos. Este cable será de 8 fibras multimodo, anti-roedores y se utilizará también para integrar el sistema de cámaras de televisión de la planta.

Estación Meteorológica

La estación meteorológica estará lo más cerca posible a la caseta de control. Se instalarán tres estaciones meteorológicas de la marca Geónica, modelo Meteodata

3016CM o similar con las especificaciones o requisitos definidos en especificación técnica.

2.6.4. Seguridad

Esta etapa también incluye como componente primordial un sistema de seguridad. El sistema de seguridad propuesto está destinado a detectar intentos de intrusión desde el exterior de la planta y permitir, en caso de alarma, identificar las causas que la han producido, dando la respuesta adecuada a cada situación. El sistema de protección contra incendios se ajustará a los reglamentos operacionales y legales acordados.

También se considerará un monitoreo y análisis diario de datos de operación, con la finalidad de detectar tempranamente cualquier problema en el funcionamiento de la instalación. Adicionalmente, se contempla un programa de mantenimiento preventivo en puntos de la instalación cuyo estado pueda llegar a ocasionar una pérdida de rendimiento y así efectuar las medidas correctivas de manera oportuna.

2.6.5. Personal requerido durante la operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación y mantenimiento, el Promoviente estima que el contratista, contará con al menos 3 empleados encargados de las actividades de mantenimiento y monitoreo del Proyecto. Esta cifra podrá variar en función de los requerimientos de la etapa de operación y mantenimiento. Además, se estima que el Proyecto contará con personal de vigilancia, verificando la entrada del personal que ingresa, la integridad del cercado perimetral y el estado general de las instalaciones.

2.6.6. Insumos, equipos y maquinaria durante la operación y mantenimiento

Agua

En esta etapa, los requerimientos de agua son fundamentalmente para consumo humano y limpieza de los paneles solares. El agua será utilizada para la limpieza y mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas en operación, así como para instalaciones sanitarias del personal.

Para el agua sanitaria y de consumo humano se habilitará un estanque de almacenamiento en altura que surtirá de agua a presión a la red, mediante un sistema del tipo Hidropack que proveerá de agua sanitaria al personal. Se estima un consumo de aproximadamente 3.8 m³/día. El agua de consumo será proporcionada en garrafas por un suministrador local.

El Proyecto se compone de 908,820 paneles aproximadamente. Se estima un consumo de unos 0.6 litros de agua por panel, por lo que el consumo anual para

esta tarea se estima en 545 m³ de agua. Por otra parte, la frecuencia del lavado de los paneles puede variar dependiendo de las circunstancias climatológicas, y especialmente de las lluvias, de forma que se minimice al máximo el consumo de agua para esta tarea

Tomando en cuenta la información anterior, se estiman los siguientes consumos durante la etapa de operación y mantenimiento:

Tabla 2.10 *Estimación de consumos de agua durante la operación*

Naturaleza del uso	Volumen estimado (m ³)	Fuente
Agua de uso sanitario	3.8 m ³ /día	Empresa de distribución
Agua potable	Se estima un abastecimiento mínimo de dos litros por persona y día.	Bidones de agua potable - suministrador local
Agua para limpieza de paneles	545 m ³ /año	Camión cisterna

Fuente: Alten, 2018

2.6.6.1. *Energía*

Se exigirá al contratista encargado de la obra civil (aún por determinar) que se cerciore de que la empresa encargada del abastecimiento de combustibles esté homologada y cumpla con los requerimientos demandados por la normatividad mexicana.

2.6.6.2. *Maquinaria*

Tabla 2.11 *Uso de maquinaria durante la etapa de operación*

Actividades	Equipo o Maquinaria	Cantidad	Horas por Jornada	Emisión de decibeles	Tipo de Combustible
Vigilancia	Camión Grúa /Cesta	1	Puntualmente	80-100 aprox	Gasoil
Mantenimiento	Camión Grúa	1	Puntualmente	80-100	Gasoil
	Compactadora	Puntual		80-100	Gasoil
	Equipos de megado	3-4			
	Polímetro Tester	3-4			
	Hincadora	Puntual		90-100	Gasoil
Supervisión	N/A	N/A		N/A	N/A

Fuente. Alten, 2018

2.7.

ABANDONO DEL SITIO

La vida útil del Proyecto se estima en 30 años a partir del inicio de operación. Sin embargo, la vida útil del principal elemento generador es superior a 30 años, por lo que es posible continuar la operación por más tiempo.

Una vez superada la vida útil de los paneles, se pueden tener varias alternativas para tratar la fase de abandono:

1. **Alternativa principal.** sustituir los elementos principales de la planta fotovoltaica por unos nuevos y continuar con la explotación de la central durante otro periodo de tiempo similar, aprovechando las infraestructuras del proyecto inicial, siempre y cuando la situación económica lo permita.
2. **Alternativa secundaria.** En caso de resultar inviable la continuidad de la explotación de la planta, se procederá al desmantelamiento de las instalaciones, dejando el sitio en óptimas condiciones para que se pueda utilizar el terreno para el desarrollo de otro tipo de actividad industrial siempre que fuera posible y así continuar con el uso de suelo con que actualmente se cuenta.

En el momento en que se decidiera optar por el desmantelamiento del Proyecto, se realizará el desarme y desmantelamiento de las estructuras del parque solar. Estas actividades se realizarán de forma que se restituyan los terrenos a las condiciones anteriores a la construcción y empleando medidas para minimizar la afectación al medio ambiente. Se contempla el reciclaje del material industrial como vigas, mesas, rejas, estructuras de la línea, cable conductor de la línea de transmisión y otros materiales sujetos a reciclaje.

Las acciones a ejecutar serán las siguientes:

1. Desmantelamiento de todos los elementos sobre la superficie y los elementos subterráneos: módulos fotovoltaicos, inversores, cuadros de agrupación, estaciones de media tensión, líneas de transmisión, etc.
2. Estabilización del terreno
3. Restauración de la vegetación de las zonas ocupadas.
4. Supervisión de abandono para asegurar que no haya habido ningún tipo de contaminación al suelo.

2.7.1.

Personal requerido durante el abandono del sitio

El Promovente estima que, durante la etapa de abandono del sitio, el contratista contará con al menos 50 empleados encargados de las actividades para el correcto desmantelamiento. Esta cifra podrá variar en función de los requerimientos de la etapa de desmantelamiento.

2.7.2. *Insumos, equipos y maquinaria durante el abandono del sitio*

2.7.2.1. *Agua*

El agua se utilizará para el riego de las carreteras de acceso a las instalaciones que no se encuentren asfaltadas, así como para las instalaciones sanitarias del personal de demolición del Proyecto, si fuera el caso.

Durante la etapa de abandono se dispondrá de varios tanques de agua para uso exclusivamente sanitario en el área del Proyecto, que serán recargados frecuentemente a través de camiones cisterna. Actualmente, no se dispone de datos sobre el consumo en esta fase del Proyecto, que será estimada en su momento en función del tráfico en cada uno de los caminos y las condiciones ambientales del momento.

Finalmente, para el consumo humano se mantendrá un stock de agua potable envasada en bidones, ubicado en lugar cubierto y protegido del sol. Al igual que en la etapa de construcción, se asegurará que se dispone de un mínimo de 2 litros por persona y día, por lo que el volumen total dependerá del número de trabajadores que sean necesarios en esta fase del Proyecto.

Tabla 2.12 *Estimación de consumo de agua durante la fase de abandono*

Naturaleza del uso	Volumen estimado (m³)	Fuente
Agua de uso sanitario	Dato no disponible	Dato no disponible
Aguade irrigación de caminos	Dato no disponible	Dato no disponible
Agua potable	Se estima un abastecimiento mínimo de dos litros por persona y día.	Bidones de agua potable

Fuente: Alten, 2017

El agua potable para el consumo humano será suministrada en botellones por empresas distribuidoras.

De la misma manera, respecto al agua destinada al uso sanitario, al riego de caminos y obra civil en la fase de Construcción y Abandono, y a la limpieza de paneles en la fase de Operación, probablemente será agua tratada suministrada por una empresa proveedora local, y transportada a la planta por camiones cisterna.

La empresa a cargo podrá definir alternativamente una toma de agua para estos usos en lugares de riego (bordos) ubicados cerca del área del Proyecto.

Las empresas que presten el servicio de abastecimiento de agua en camiones cisternas deberán contar con los permisos o autorizaciones que se requieran en vigor.

2.8. DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

No hay obras asociadas al Proyecto.

2.9. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

No se usará explosivo en ninguna etapa del Proyecto.

2.10. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

2.10.1. Preparación del sitio y Construcción

2.10.1.1. Emisiones a la atmósfera

Durante la preparación del sitio y construcción las emisiones provendrán principalmente de los vehículos y maquinaria pesada empleada para realizar las nivelaciones, rellenos y movimientos de tierra. En menor medida habrá suspensión de polvos a la atmósfera por el tránsito de vehículos y maquinaria en los caminos de acceso temporal, que no estarán asfaltados. Habrá emisiones de CO₂, CO, NO_x, SO_x y otras emisiones típicas de vehículos y maquinaria pesada.

2.10.1.2. Residuos sólidos urbanos

El Proyecto generará residuos sólidos urbanos como envases de agua, refrescos, envolturas de comida, etc. Los residuos sólidos urbanos se separarán en la medida de lo posible en contenedores según su característica de tipo orgánico o inorgánico. Los residuos serán almacenados y posteriormente transportados a un Relleno Sanitario todavía por definir.

En función del número de trabajadores, se estima que los residuos sólidos urbanos generados durante la construcción tendrán un pico de aproximadamente 18,900 kg mensuales durante la construcción tomando en cuenta la máxima contratación (900 trabajadores durante el pico) y tomando como base una tasa de generación de 0.7 Kg diarios por trabajador.

2.10.1.3. Residuos de manejo especial

Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son generados en cantidades superiores a 10 ton/año.

En la fase de construcción, se prevé la generación de residuos no peligrosos de manejo especial como son cascajo, sobrantes de asfalto, botes, madera, desperdicios de acero, entre otros. Estos residuos serán almacenados en la obra correctamente etiquetados y posteriormente serán depositados en el tiradero de escombros más cercano previa autorización correspondiente.

2.10.1.4. *Residuos peligrosos*

Se generarán residuos peligrosos derivados del mantenimiento preventivo a la maquinaria. El mantenimiento se haría fuera del predio, en talleres especializados que cuenten con las autorizaciones correspondientes, para evitar contaminación. No obstante, se podrían generar pequeñas cantidades de residuos peligrosos como son envases de materias químicas peligrosas, restos de suelo o absorbente contaminado con aceite y gasolina procedente de potenciales derrames o fugas, restos de baterías o de pilas. En el caso que se generen, todo residuo se colocará en el área de residuos peligrosos habilitada, la cual también tendrá superficie impermeable, estará techada y se encontrará separada de otras áreas de residuos. Su gestión se realizará por empresas autorizadas y cumpliendo con la legislación de aplicación.

2.10.1.5. *Residuos líquidos*

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán aguas residuales sanitarias por los sanitarios portátiles, las cuales serán dispuestas por una empresa autorizada para dicho fin y que será la misma empresa que provea los sanitarios portátiles.

2.10.2. *Etapa de operación*

2.10.2.1. *Emisiones a la atmósfera*

Durante la operación no habrá emisiones a la atmósfera adicionales a las de los vehículos del personal que supervise el parque solar. Sin embargo, estos casos serían raros y tendrían emisiones puntuales.

En todo momento, las emisiones en todas las etapas del Proyecto se mantendrán por debajo de los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, etc., de acuerdo a lo establecido en la NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006. Las emisiones de ruido por la maquinaria y equipos de la construcción, se ajustarán a los requerimientos de la NOM-081-SEMARNAT-94.

2.10.2.2. *Residuos sólidos urbanos*

Tomando como base una tasa de generación de 0.7 Kg diarios por trabajador, se calcula que durante la operación la cantidad de residuos sólidos urbanos generados será de 65 kg/mes en promedio, considerando una estimación máxima de hasta 3 trabajadores durante esta etapa.

Se espera que se generen menos de 15,000 kg al año de residuos sólidos urbanos, pues habrá aproximadamente unos 3 trabajadores fijos durante la operación. Todos los residuos serán colocados de forma temporal en contenedores de basura y separados según sea basura orgánica e inorgánica. Los contenedores estarán en un área designada y serán llevados por el servicio de limpia del municipio o bien por medio de una empresa privada autorizada, según sea el caso.

2.10.2.3. *Residuos de manejo especial*

Durante la operación, los residuos de manejo especial serán papel de oficina y piezas metálicas y plásticas deterioradas, provenientes de los paneles. La cantidad de estos residuos dependerá de la vida útil de éstos y se espera que se reduzca al máximo la cantidad gracias al mantenimiento preventivo de los paneles solares.

Los paneles que vayan a ser sustituidos se almacenarán temporalmente en un espacio habilitado para ello en el almacén, y posteriormente se gestionarán de acuerdo a lo estipulado en el plan de reciclaje de los paneles.

2.10.2.4. *Residuos líquidos*

Las aguas sanitarias generadas durante la operación se gestionarán a través de un sanitario con biodigestor, aunque la posibilidad de instalar una fosa séptica no queda descartada, y se decidirá en una etapa más avanzada de desarrollo del Proyecto. Se estiman en 70 litros diarios por trabajador. Esto se traduce en alrededor de 6,510 litros mensuales promedio, asumiendo un máximo de tres trabajadores durante esta etapa.

El agua tratada para la limpieza de los paneles se evaporará en mayor medida; y dado que únicamente limpiará a los paneles de polvo y suciedad, no se considera que las aguas resultantes de esto sean residuales industriales.

2.10.2.5. *Residuos peligrosos*

De manera poco habitual, se podría generar un volumen pequeño de residuos peligrosos, provenientes del mantenimiento de los seguidores (estopas con grasas, solvente o lubricantes), en caso de ser generados su manejo y disposición final será realizado por una empresa autorizada para este fin. Se mantendrá un

almacén de residuos peligrosos en donde se mantendrán éstos previo a su disposición final. El almacén de estos residuos se llevará a cabo con apego a la normatividad aplicable en la materia.

El almacenamiento de residuos peligrosos se manejará de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos:

- En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;
- En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y
- Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan provisiones específicas para la micro-generación de residuos peligrosos.

2.10.3. Etapa de desmantelamiento

2.10.3.1. Residuos

Los residuos que se generen durante esta etapa serán acopiados en áreas temporales, según el tipo de residuo y sus características. Finalmente serán retirados por una empresa autorizada para su reciclaje o disposición final en algún sitio autorizado.

2.10.4. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Durante todas las etapas del Proyecto habrá áreas de almacenamiento temporal de los residuos; éstos serán de tres tipos:

Residuos sólidos urbanos. Éstos se separarán de acuerdo a su naturaleza orgánica o inorgánica;

Residuos de manejo especial. Éstos serán sujetos de reciclaje y se separarán en madera, residuos de construcción, contenedor plásticos y cartón; y

Residuos peligrosos. Incluirán, entre otros, estopas y material impregnado de aceites o combustible, sustancias para limpieza, aceites y grasas entre otros.

Los mismos se separarán de acuerdo a su naturaleza (manejo especial, sólidos urbanos o peligrosos). En el caso de los residuos peligrosos, se mantendrán correctamente etiquetados y separados de acuerdo a las NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT-1993. No se almacenarán residuos peligrosos durante más de seis meses y se dispondrán por medio de empresas autorizadas para tal fin.

ACRÓNIMOS

Acrónimo	Significado
AICA	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves
ANP	Área Natural Protegida
APF	Administración Pública Federal
AP	Área del Proyecto
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica
CIPAMEX	Consejo Internacional para la preservación de las aves
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CUSTF	Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales
ENE	Estrategia Nacional de Energía
ETJ	Estudio Técnico Justificativo
FFM	Fondo Forestal Mexicano
LGDFS	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LPGIR	Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
LTE	Línea de Transmisión Eléctrica
PFV	Parque solar Fotovoltaico
PND	Plan Nacional de Desarrollo
POEGT	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
POET	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial
REIA	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental
RHP	Región Hidrológica Prioritaria
RTP	Región Terrestre Prioritaria
SAR	Sistema Ambiental Regional
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SIGEIA	Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental
UGA	Unidad de Gestión Ambiental

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

En el presente capítulo se hace una revisión de los instrumentos legales y de planeación que tienen relación con el Proyecto. La identificación y análisis de los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el Proyecto, tiene la finalidad de sujetarse a los instrumentos con validez y establecer su correspondencia con los mismos. Dada la importancia local y global del Proyecto, resulta imprescindible adecuar su desarrollo ante los instrumentos legales que rigen en el territorio nacional. El Promoviente tiene especial interés en cumplir con cada una de las disposiciones y con ello realizar el Proyecto observando las diversas disposiciones que regulan su desarrollo adecuado.

3.1. **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (15-09-2017), establece que:

Artículo 4º (...) 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 (...)

Artículo 25. Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Artículo 27. Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica.

Artículo 73. El Congreso tiene facultad: [...]

“XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.”

Derivado de los artículos anteriores, el Promoviente comprende los derechos humanos y los objetivos del estado en materia de desarrollo y medio ambiente, por lo que aplicará las mejores prácticas y tecnologías disponibles en el país para el desarrollo del Proyecto, que pretende aprovechar el recurso solar para la generación de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos. Adicionalmente, se contemplan medidas ambientales de mitigación para minimizar los impactos ambientales, mismas que se describen en el Capítulo 6.

3.2. VINCULACIÓN CON LEYES Y REGLAMENTOS

3.2.1. Vinculación con leyes y reglamentos federales

El Proyecto se vincula con las siguientes leyes y reglamentos federales:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento
 - En Materia de Impacto Ambiental (REIA)
 - En Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera
 - En Materia de Ordenamiento Ecológico
 - En Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
- Ley General de Cambio Climático y su Reglamento y su Reglamento en Materia del Registro Nacional de Emisiones.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su reglamento.
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS).
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA).
- Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su reglamento.
- Ley de la Industria Eléctrica y su reglamento.
- Ley General de Bienes Nacionales.
- Ley de Transición Energética.

3.2.1.1. *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en Materia de Impacto Ambiental (REIA)*

La LGEEPA es la máxima ley de derecho ambiental en México, que regula lo relativo al cuarto párrafo del Artículo 4º de la Constitución Política y el Artículo 25.

El Artículo 28 de la LGEEPA especifica que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) establece las condiciones a que se sujetarán 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 la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Evaluación de

Impacto Ambiental (REIA), quienes pretendan llevar a cabo alguna obra o actividad requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

Tabla 3.1 Vinculación del Proyecto con la LGEEPA

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><i>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:</i></p> <p style="padding-left: 40px;"><i>II.- Industria del petróleo, petroquímica, ...y eléctrica;</i></p>	<p>El Proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de un parque solar fotovoltaico (PFV), en una extensión de 1,726 Ha aproximadamente. En cumplimiento con lo dispuesto en este artículo, y dado que el Proyecto pertenece a la industria eléctrica, y cuenta con una subestación elevadora y un tramo de línea de transmisión, se presenta ante la SEMARNAT esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R), misma que incluye la identificación de impactos ambientales (Capítulo 5) así como la implementación de medidas de prevención y mitigación para los impactos que se ocasionen por las actividades del Proyecto (Capítulo 6).</p>
<p><i>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. [...]</i></p>	<p>El Proyecto somete a evaluación la presente MIA-R que contiene una descripción de los posibles efectos en los ecosistemas que podrían ser impactados (Capítulo 5), teniendo en cuenta el conjunto de elementos que lo conforman (Capítulo 4) así como medidas preventivas y de mitigación para reducir al mínimo los impactos del Proyecto (Capítulo 6).</p>
<p><i>Artículo 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:</i></p> <p>[...]</p> <p><i>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.</i></p>	<p>El Proyecto tiene contemplado en su diseño, medidas específicas para mitigar el deterioro de los suelos y reducir la erosión (Capítulo 6 para mayor detalle).</p>
<p><i>Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</i></p> <p><i>I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y</i></p> <p><i>II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</i></p>	<p>Las principales emisiones a la atmósfera solo se prevén durante las etapas de preparación del sitio y construcción de manera temporal, las cuales corresponden principalmente a gases de combustión de la maquinaria y vehículos a utilizar, polvos, humos de soldadura y gases de combustión provenientes de fuentes móviles.</p> <p>Dichas emisiones serán reducidas y controladas con medidas ambientales, las cuales se detallan en el Capítulo 6, con el fin de asegurar la calidad del aire cumpliendo con los límites máximos permisibles de emisión de</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
	contaminantes de conformidad con la normatividad aplicable.
<i>Artículo 111 BIS.- Para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal, se requerirá autorización de la Secretaría.</i>	Por la naturaleza del proyecto que consiste en la construcción y operación de un parque fotovoltaico, no se prevé el funcionamiento de fuentes fijas de jurisdicción federal.
<i>Artículo 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría</i>	El Proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, por lo que no será generador de emisiones a la atmósfera que ocasionen cambios al ambiente durante su etapa de operación. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán partículas y gases contaminantes como CO, CO ₂ y NO _x , producto de la combustión de combustible de la maquinaria, que serán mitigadas con medidas como la humectación de caminos para prevenir la dispersión de polvos, estas medidas se describen a detalle en el Capítulo 6.
<i>Artículo 137.- Queda sujeto a la autorización de los Municipios o del Distrito Federal, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.</i>	Durante las diferentes etapas del Proyecto, se realizará la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos de acuerdo a lo establecido en este artículo, y con empresas autorizadas por la autoridad ambiental correspondiente.
<i>Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.</i>	<p>Los residuos peligrosos que se generarán en las etapas de construcción, operación y desmantelamiento, se manejarán de acuerdo en lo establecido en el Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, y en las NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT-1993.</p> <p>El Promovente solo realizará el almacenamiento temporal, mientras que la recolección, transporte, manejo, tratamiento y disposición final serán ejecutados por una empresa autorizada para ello.</p>
<p><i>Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con 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, en su caso, tenga quien los generó.</i></p> <p><i>Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.</i></p>	<p>El Promovente se hará responsable de los residuos peligrosos hasta la entrega a una empresa autorizada para el manejo y disposición final.</p> <p>La generación de residuos peligrosos se prevé principalmente para las primeras etapas del Proyecto (preparación del sitio y construcción) y en muy bajo volumen durante la etapa de operación y mantenimiento (Capítulo 2).</p> <p>Para su clasificación, manejo, almacenamiento y disposición se cumplirá con lo establecido en la LGPGIR y su reglamento, así como las normas oficiales mexicanas correspondientes, tal y como se presenta en secciones posteriores de este Capítulo.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
	Cuando se empiecen a generar residuos peligrosos, se exigirá al contratista que tramite ante la SEMARNAT el registro como empresa generadora de residuos peligrosos, bajo la categoría que le corresponda.
<i>Artículo 156.- Las normas oficiales mexicanas en materias objeto del presente Capítulo, establecerán los procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores, y fijarán los límites de emisión respectivos.</i>	El Proyecto no contempla la generación de este tipo de contaminación durante la etapa de operación del Proyecto; sin embargo, durante la preparación del sitio y construcción, así como el abandono, se tomará en cuenta lo establecido en las normas oficiales mexicanas correspondientes por los ruidos que puedan generarse durante dichas etapas.
Fuente: Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (DOF, última reforma 19-01-2018)	

En relación al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, éste desarrolla los aspectos competenciales y los procedimientos aplicables a la tramitación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental aplicable al Proyecto.

A continuación (**Error! Reference source not found.**), se realiza la vinculación del Proyecto con dicho Reglamento.

Tabla 3.2 *Vinculación del Proyecto con el reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental*

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</i> K) INDUSTRIA ELÉCTRICA: I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelectricas, eoloelectricas o termoelectricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales; II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;	El Proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de un PFV, que cuenta con una línea de transmisión eléctrica aérea de 400 kV de longitud de 1.9 km, y una subestación eléctrica de elevación, en una extensión aproximada de 1,726 ha. En cumplimiento con lo dispuesto en estos artículos y al ser el Proyecto perteneciente a la industria eléctrica, y cuenta con una subestación elevadora y un tramo de línea de transmisión, se somete a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R), misma que incluye la identificación de impactos ambientales así como la implementación de medidas de prevención y mitigación para los impactos que se ocasionen por las actividades del Proyecto.
<i>Artículo 9.- Los Promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del Proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la</i>	El Promovente somete a evaluación ante la Secretaría la presente MIA-R, la cual contiene lo indicado en el Artículo 13 del presente reglamento para la

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>Manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias relevantes vinculadas con la realización del Proyecto.</i>	descripción de las circunstancias relevantes vinculados con el Proyecto.
Artículo 10.- <i>Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.</i>	El Promovente expone la presente MIA en la modalidad Regional que le corresponde de acuerdo al Artículo 11 del presente Reglamento.
<p>Artículo 11.- <i>Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</i></p> <p><i>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;</i></p> <p><i>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;</i></p> <p><i>III. Un conjunto de Proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y</i></p> <p><i>IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se provean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.</i></p> <p><i>En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.</i></p>	La MIA se presenta ante la SEMARNAT en su modalidad Regional, dado que derivado de las actividades del Proyecto se prevén los impactos mencionados en la fracción III y IV de este artículo, así como las múltiples obras asociadas al proyecto antes mencionadas.
<p>Artículo 13.- <i>La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</i></p> <p><i>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</i></p> <p><i>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;</i></p> <p><i>III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;</i></p> <p><i>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</i></p> <p><i>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</i></p> <p><i>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</i></p>	La presente MIA-R que se somete a evaluación cuenta con la información solicitada en este artículo. La información especificada en cada fracción se describe en cada uno de los capítulos que conforman este estudio.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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	
Artículo 17.- El Promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:	El Promovente presenta a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental anexando todos los documentos aplicables solicitados por el presente artículo.
I. La manifestación de impacto ambiental;	
II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y	Al no manejar ninguna de las sustancias contenidas en el Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 28 de marzo de 1990 o en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 7 de mayo de 1992 en cantidades iguales o mayores a las que se encuentran definidas en los listados, el Proyecto no se considera de alto riesgo, por lo que no se requiere un Estudio de Riesgo Ambiental (ERA).
III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.	
Quando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.	
Fuente: Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (DOF, última reforma 31-10-2014)	

En relación al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera, éste desarrolla los aspectos competenciales y los procedimientos aplicables a la tramitación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental aplicable al Proyecto.

A continuación (Tabla 3.3), se realiza la vinculación del Proyecto con dicho Reglamento.

Tabla 3.3 *Vinculación del Proyecto con el reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera*

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 10.- Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendán realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.	El Promovente se responsabilizará del cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento y de las NOM correspondientes en materia de contaminación de la atmósfera.
Artículo 13.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: (...)	Como parte de las medidas de mitigación y controles ambientales del Proyecto se incluye un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipos, con objeto de efficientizar su consumo energético y reducir las emisiones y contaminantes generados.
II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para	Otras medidas para el control de las emisiones pueden encontrarse en el Capítulo 6.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</i>	
Artículo 28.- <i>Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.</i>	El Promovente se sujetará a los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad mexicana aplicable en materia de emisiones atmosféricas de olores, gases, partículas sólidas y líquidas, mediante la ejecución del mantenimiento y verificación, en los casos aplicables, de los vehículos y maquinaria a emplear en el Proyecto.
Fuente: Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (DOF, última reforma 31-10-2014)	

En relación al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico, éste desarrolla los aspectos competenciales y los procedimientos aplicables a la tramitación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental aplicable al Proyecto. A continuación (Tabla 3.4), se realiza la vinculación del Proyecto con dicho Reglamento.

Tabla 3.4 *Vinculación del Proyecto con el reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico*

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 22.- <i>El programa de ordenamiento ecológico general del territorio tendrá por objeto: I. Llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, conforme a las disposiciones contenidas en el presente Reglamento y tomando en consideración los criterios que se establecen en el artículo 20 de la Ley; y II. Establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para:</i> <i>[...]</i> <i>b. Promover el establecimiento de medidas de mitigación tendientes a atenuar o compensar los impactos ambientales adversos que pudieran causar las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal;</i> <i>c. Orientar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos, en concordancia con otras leyes y normas y programas vigentes en la materia;</i>	Como parte del programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT), el Proyecto se encuentra insertado en dos unidades ambientales biofísicas (UAB) 57 y 122 (vinculadas en sección 3.3.1), las cuales incluyen acciones generales y específicas, con la finalidad de dirigir y orientar la ubicación de actividades productivas y promover las medidas de mitigación que estas pudieran ocasionar. En Capítulo 6 del presente estudio de toca a mayor detalle dichas medidas. No existe un ordenamiento territorial a nivel estatal o regional aplicable a la zona del Proyecto.
Fuente: Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento ecológico (31-10-2014)	

En relación al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, éste desarrolla los aspectos competenciales y los procedimientos aplicables a los establecimientos que generan contaminación. A continuación (Tabla 3.5), se realiza la vinculación del Proyecto con dicho Reglamento.

Tabla 3.5 Vinculación del Proyecto con el reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 10.- Para actualizar la Base de datos del Registro, los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal, deberán presentar la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, conforme a lo señalado en el artículo 19 y 20 del presente reglamento, así como de aquellas sustancias que determine la Secretaría como sujetas a reporte en la Norma Oficial Mexicana correspondiente.</p> <p>La información a que se refiere el párrafo anterior se proporcionará a través de la Cédula, la cual contendrá la siguiente información: [...]</p>	<p>Mediante la COA, el Promovente presentará la información sobre los residuos peligrosos generados durante las actividades del Proyecto. Dada la naturaleza del Proyecto no existirán emisiones a la atmósfera derivadas de fuentes fijas, y no se realizará transferencia de contaminantes al agua, suelo y subsuelo, ya que las aguas residuales serán dispuestas en fosa séptica.</p> <p>Dicha COA contará con los datos del Promovente, así como con los datos administrativos e incluirá la información técnica general, información relativa a las emisiones de contaminantes a la atmósfera, el registro de descargas y transferencia de contaminantes al agua e información relativa a la generación y transferencia de residuos peligrosos, así como todos los requerimientos establecidos en el presente Reglamento.</p>
<p>Artículo 11.- La Cédula deberá presentarse a la Secretaría dentro del periodo comprendido entre el 1 de marzo al 30 de junio de cada año, en el formato que dicha autoridad determine, debiendo reportarse el periodo de operaciones realizadas por el Establecimiento sujeto a reporte de competencia federal, del 1o. de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior.</p>	<p>El Promovente presentará la COA entre el 1 de marzo y el 30 de junio de manera anual, dicha Cédula se elaborará de acuerdo a los requerimientos establecidos en el presente Reglamento, y en ella se incluirá el reporte de operaciones entre el 1º de enero y el 31 de diciembre del año anterior.</p>
<p>Artículo 12.- El Establecimiento sujeto a reporte de competencia federal presentará ante las unidades administrativas competentes de la Secretaría, la Cédula por cualquiera de los siguientes medios:</p> <p>I. En formato impreso, al cual se deberá anexar un disco magnético que contenga el archivo electrónico de dicha Cédula;</p> <p>II. En archivo electrónico, contenida en un disco magnético, anexando la impresión que contenga lo establecido en la fracción I del artículo 10; o</p> <p>III. A través del portal electrónico que se establezca para su recepción.</p>	<p>El Promovente presentará la Cédula de Operación Anual a través del portal electrónico del Sistema Nacional de Trámites Electrónicos (SINATEC).</p>
<p>Artículo 15.- La Cédula deberá contar en cada caso con la firma autógrafa o electrónica del representante legal del establecimiento sujeto a reporte, para lo cual el promovente deberá acreditar</p>	<p>La COA que será presentada a la SEMARNAT, incluirá la firma electrónica del representante legal, quien acreditará su personalidad jurídica mediante el respectivo poder notarial.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>su personalidad al momento de iniciar el trámite de registro</p>	
<p>Artículo 16.- <i>Previo a la presentación de la Cédula a través del portal electrónico, el promovente o su representante legal, deberán solicitar a la Secretaría, por conducto de sus unidades administrativas competentes, un certificado de identificación para obtener la firma electrónica avanzada, conforme a lo previsto en la Ley de Firma Electrónica Avanzada y las disposiciones jurídicas que de ésta se derivan.</i></p> <p><i>Cuando la Cédula sea presentada a través de los portales electrónicos en los que se habilite su recepción, los sistemas correspondientes generarán el acuse de recibo electrónico correspondiente.</i></p>	<p>El Promovente solicitará a la SHCP el certificado de identificación para obtener la firma electrónica avanzada, previo a la presentación de la COA a través del portal electrónico.</p>
<p>Artículo 18.- <i>Las sustancias sujetas a reporte de competencia federal, los umbrales de reporte y los criterios técnicos y procedimientos para incluir y excluir sustancias serán determinados en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, la cual contemplará sustancias y contaminantes del aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, así como compuestos orgánicos persistentes, gases de efecto invernadero y sustancias agotadoras de la capa de ozono.</i></p>	<p>El Promovente se apegará a lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-053-SEMARNAT-1993 y NOM-054-SEMARNAT-1993 para determinar las sustancias sujetas a presentación de la COA, los umbrales de reporte y para la inclusión y exclusión de sustancias.</p>
<p>Artículo 19.- <i>Las emisiones y transferencias de contaminantes y sustancias sujetas a reporte de competencia federal que estén reguladas por Normas Oficiales Mexicanas, deberán medirse utilizando los métodos, equipos, procedimientos de muestreo y reporte especificados en las Normas Oficiales Mexicanas, y las Normas Mexicanas que sean referidas en estas últimas, de acuerdo a lo que establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.</i></p>	<p>El Promovente se apegará a lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-053-SEMARNAT-1993 y NOM-054-SEMARNAT-1993 para la medición de las sustancias contaminantes generadas en los residuos peligrosos.</p>
<p>Artículo 21.- <i>Los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán conservar durante un periodo de cinco años, a partir de la presentación de cada Cédula, las memorias de cálculo y las mediciones relacionadas con las metodologías señaladas en los artículos 19 y 20 del presente Reglamento; dicha información estará a disposición de la Secretaría en el momento que la requiera.</i></p>	<p>El Promovente conservará por un periodo de cinco años la COA, las memorias de cálculo y las mediciones realizadas, y ésta información será presentada ante la SEMARNAT cuando sea solicitado.</p>
<p>Artículo 32.- <i>Quienes sean requeridos por la Secretaría para proporcionar informes, datos o documentos tendrán la obligación de hacerlo dentro de un plazo no mayor a 15 días hábiles, contados a partir del día siguiente al de la fecha de su notificación. En caso de no entregar lo requerido por la Secretaría en el plazo indicado, serán acreedores a las sanciones correspondientes.</i></p>	<p>El Promovente presentará la información que le sea solicitada en un periodo no mayor a 15 días hábiles a partir del día siguiente de haber sido notificado.</p>
<p>Fuente: Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (DOF, última reforma 31-10-2014)</p>	

3.2.1.2. *Ley General de Cambio Climático y su reglamento en materia del registro nacional de emisiones*

Esta Ley tiene entre sus objetivos garantizar el derecho a un ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; así como regular las emisiones de gases de efecto invernadero y las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático (Tabla 3.6).

Tabla 3.6 *Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático*

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>Artículo 87.- La Secretaría, deberá integrar el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte.</i></p> <p><i>Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro:</i></p> <p><i>I. Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro;</i></p> <p><i>II. Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas;</i></p> <p><i>III. Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas;</i></p> <p><i>IV. El sistema de monitoreo, reporte y verificación para garantizar la integridad, consistencia, transparencia y precisión de los reportes, y</i></p> <p><i>V. La vinculación, en su caso, con otros registros federales o estatales de emisiones.</i></p>	<p>Tal y como se menciona en el Capítulo 2, las emisiones a la atmósfera durante la preparación del sitio y la construcción provendrán principalmente de vehículos motorizados y maquinaria, las cuales emiten gases como NO_x, CO_x y SO_x, así como material particulado proveniente del movimiento de tierras, el cual será esporádico y temporal. En cumplimiento con este artículo, las fuentes móviles cumplirán con la verificación vehicular, en caso de aplicar y se sujetarán a los registros que indique la autoridad.</p> <p>Durante la operación del Proyecto no se contempla la emisión de gases de efecto invernadero por parte de las instalaciones, aunque se generarán emisiones por parte de los vehículos y maquinaria a emplear durante los mantenimientos. Es considerar que la producción de electricidad gracias a los paneles solares es una alternativa más limpia y sostenible que las fuentes de energía convencionales provenientes de los combustibles fósiles actualmente en operación.</p>
<p>Fuente: Ley General de Cambio Climático (DOF, última reforma 19-01-2018)</p>	

En relación al Reglamento, éste desarrolla las disposiciones legales en materia del Registro Nacional de Emisiones (RENE), incluyendo los establecimientos sujetos a reporte y los umbrales para el reporte. A continuación (Tabla 3.7), se presenta su vinculación.

Tabla 3.7

Vinculación del Proyecto con el reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del registro nacional de emisiones

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 3.- Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifican como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes:</p> <p>I. Sector Energía:</p> <p>Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad... [...]</p>	<p>El Proyecto consiste en un parque fotovoltaico, que pertenece al Sector Energía y al subsector generación, por lo que de acuerdo al Artículo 3 del presente Reglamento, es un Establecimiento Sujeto a Reporte. Al ser un proyecto de generación de energía eléctrica a partir de energía solar, no se contempla la generación de emisiones, pero el reporte aplica por la generación de residuos peligrosos.</p>
<p>Artículo 4.- Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:</p> <p>Sector Energía:</p> <p>Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad:</p>	
<p>Artículo 5.- Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción I de la Ley, los Gases o Compuestos de Efecto Invernadero sujetos a reporte en los términos del presente Reglamento, son:</p> <p>I. Bióxido de carbono;</p> <p>II. Metano;</p> <p>III. Óxido nitroso;</p> <p>IV. Carbono negro u hollín;</p> <p>V. Clorofluorocarbonos;</p> <p>VI. Hidroclorofluorocarbonos;</p> <p>VII. Hidrofluorocarbonos;</p> <p>VIII. Perfluorocarbonos;</p> <p>IX. Hexafluoruro de azufre;</p> <p>X. Trifluoruro de nitrógeno;</p> <p>XI. Éteres halogenados;</p> <p>XII. Halocarbonos;</p> <p>XIII. Mezclas de los anteriores, y</p> <p>XIV. Los Gases y Compuestos de Efecto Invernadero que el Panel Intergubernamental determine como tales y que la Secretaría dé a conocer como sujetos a reporte mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación.</p>	<p>De acuerdo con el Capítulo 2 del presente estudio, las únicas emisiones que se generarán a la atmosfera son aquellas derivadas de la combustión de combustible en los vehículos y maquinaria, y material particulado del movimiento de tierras, durante la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono.</p> <p>Durante la operación del Proyecto no se contempla la emisión de gases de efecto invernadero, de acuerdo al listado del presente artículo.</p> <p>El Proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a partir de energía solar, por lo que no se contempla la generación de este tipo de emisiones durante la operación.</p>
<p>Artículo 6.- Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o</p>	<p>El Proyecto consiste en un parque fotovoltaico, por lo que sus emisiones serán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. En caso de que durante estas etapas la suma de emisiones directas o indirectas sea igual o superior a 25,000 toneladas de CO₂ de equivalente (anual), se presentará la información correspondiente. Al</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><i>superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente.</i></p> <p><i>La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las Emisiones de cada una de las Fuentes Fijas y Móviles identificadas en dichos Establecimientos Sujetos a Reporte.</i></p>	<p>ser un proyecto de generación de energía eléctrica a partir de energía solar, no se contempla la generación de emisiones, pero el reporte aplica por la generación de residuos peligrosos.</p>
<p>Fuente: Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones (DOF, última reforma 28-10-2014)</p>	

3.2.1.3. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)*

Esta Ley tiene por objetivo regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, entidades federativas, Municipios y demarcaciones territoriales de la Ciudad de México; con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. A continuación (Tabla 3.8), se lleva a cabo la vinculación del Proyecto a la LGDFS.

Tabla 3.8 *Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 117.- <i>La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del 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 que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.</i></p> <p><i>En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.</i></p> <p><i>[...] Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</i></p> <p><i>La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la política de uso del suelo para estabilizar su uso agropecuario, incluyendo el sistema de roza, tumba y quema, desarrollando prácticas permanentes y evitando que la producción agropecuaria crezca a costa de los terrenos forestales.</i></p> <p><i>Las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán inscribirse en el Registro. [...]</i></p>	<p>Dado que el Proyecto se desarrollará en zonas que presenten vegetación forestal, se presentará un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de conformidad con lo establecido en este artículo.</p> <p>El ETJ a presentar será debido a la presencia de 45 ha de pastizal halófilo en superficie a ocupar por las obras del Proyecto.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 121.- Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:</p> <p>[...]</p> <p>VII. Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;</p> <p>Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;</p>	
Fuente: Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF 19-01-2018)	

3.2.1.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su reglamento

La LGPGIR y su reglamento señalan diversos procedimientos administrativos competencia de esta dependencia, particularmente aquellos relacionados con el registro e informe anual de generadores de residuos peligrosos y de sus planes de manejo, la emisión de autorizaciones, prestación de servicios, así como aspectos relacionados con la caracterización de sitios contaminados, la evaluación del riesgo ambiental y de las propuestas de remediación y su conclusión.

En la Tabla 3.9 se realiza la vinculación del Proyecto con la LGPGIR

Tabla 3.9 Vinculación del Proyecto con la LGPGIR

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá 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.</p>	<p>Los residuos peligrosos serán clasificados y manejados en apego a la normatividad nacional aplicable. En el Capítulo 2 del presente estudio se da mayor detalle de la clasificación de residuos y su cantidad estimada de generación.</p>
<p>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.</p>	<p>Los residuos sólidos urbanos generados por el Proyecto, se clasificarán en orgánica e inorgánicos tal y como se menciona en este artículo.</p> <p>Los residuos sólidos urbanos, serán separados desde su generación y enviados al relleno sanitario autorizado más cercano. Los residuos sólidos inorgánicos que no sean sujetos a reciclaje, se enviarán a los sitios de disposición final autorizados por el municipio, por medio de una empresa autorizada contratada para el transporte de los residuos.</p> <p>Para la clasificación, manejo, almacenamiento y disposición de los residuos urbanos se cumplirá con lo establecido en la LGPGIR y su</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
	Reglamento, así como las NOM y el Programa Estatal y/o Municipal correspondiente.
<p>Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:</p> <p>III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades...</p> <p>VII. Residuos de la Construcción, mantenimiento y demolición en general.</p>	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se generarán residuos de manejo especial, éstos serán separados y dispuestos conforme a lo previsto en este artículo y demás normatividad aplicable. Se contratará una empresa autorizada para el manejo y disposición final de los residuos de manejo especial.
<p>Artículo 20. La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.</p>	Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial serán clasificados y manejados en apego a la normatividad nacional aplicable, las NOMs aplicables en materia de residuos se detallan en la sección 0.
<p>Artículo 22.- Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.</p>	Los residuos peligrosos esperados por la ejecución del Proyecto se generarán principalmente por uso de maquinaria y unidades de transporte que utilizan hidrocarburos para su funcionamiento (lubricación y mantenimiento), lo que implica generación de aceites gastados, cantidades pequeñas de tierra que pudiera contaminarse por derrames accidentales y materiales impregnados para la limpieza de los equipos y maquinaria. La clasificación de los residuos peligrosos se realizará de conformidad con la NOM-052-SEMARNAT-2005.
<p>Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:</p> <p>I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;</p> <p>II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;</p> <p>III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; los residuos de envases plásticos, incluyendo los de poliestireno expandido; así como los importadores y distribuidores de neumáticos usados, bajo</p>	Dado que durante el Proyecto se generarán residuos peligrosos incluidos dentro de las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley, el Promoviente está obligado a la formulación y ejecución de un plan de manejo de residuos. Dicho plan deberá contener las medidas en caso de emergencia por derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales, así como el volumen y tipo de residuos que serán generados.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><i>los principios de valorización y responsabilidad compartida.</i></p>	
<p>Artículo 30.- <i>La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:</i></p> <p>[...]</p> <p><i>III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bio-acumulables,</i></p> <p><i>III. Que se trate de residuos que presenten un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.</i></p>	<p>El Promovente presentará el plan de manejo correspondiente siguiendo lo establecido en las normas oficiales mexicanas</p>
<p>Artículo 31. <i>Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> I. <i>Aceites lubricantes usados;</i> II. <i>Disolventes orgánicos usados;</i> III. <i>Convertidores catalíticos de vehículos automotores;</i> IV. <i>Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;</i> V. <i>Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio;</i> VI. <i>Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio;</i> <p><i>Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;</i></p>	<p>El plan de manejo de residuos peligrosos se hará conforme a lo dispuesto a la presente Ley, su Reglamento, la NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT-1993, ya que se generarán residuos incluidos en este artículo.</p>
<p>Artículo. 40.- <i>Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.</i></p>	<p>El manejo de residuos se hará conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, la NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-054-SEMARNAT-1993,</p>
<p>Artículo 41.- <i>Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.</i></p>	<p>Dadas las medidas de seguridad que serán adoptadas por el Promovente, no se prevé la existencia de derrames de hidrocarburos sobre suelo natural. Sin embargo, en caso de ocurrir, se realizará el procedimiento de limpieza establecido en el Art. 129 del RLGPGIR.</p> <p>Durante la ejecución del Proyecto tanto el Promovente como el tercero autorizado para su manejo, realizarán el manejo de los residuos peligrosos de manera segura y ambientalmente adecuada considerando los términos previstos en la normatividad aplicable.</p>
<p>Artículo 42.- <i>Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</i></p>	<p>El Proyecto dispondrá de sus residuos peligrosos por medio de los servicios de una empresa autorizada por la SEMARNAT para tales efectos.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:</p> <p>I. Grandes generadores;</p> <p>II. Pequeños generadores, y</p> <p>III. Microgeneradores.</p>	Se generarán menos de 400 kg/año de residuos peligrosos, lo cual de acuerdo al Artículo 5 de la presente Ley, entra en la categoría de micro-generador.
<p>Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.</p>	La identificación, clasificación y manejo de residuos se hará conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento y las NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT-1993.
Fuente: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (DOF, última reforma 19-01-2018)	

Tabla 3.10 Vinculación del Proyecto con el reglamento de la LGPGIR

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:</p> <p>I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos.</p> <p>II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución</p> <p>III. Conforme a su ámbito de aplicación</p>	El plan de manejo de residuos será elaborado en apego a lo dispuesto en el presente Reglamento y la normatividad aplicable.
<p>Artículo 17.- Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.</p>	El plan de manejo de residuos será elaborado en apego a lo dispuesto en el presente Reglamento y la normatividad aplicable.
<p>Artículo 20.- Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades. En este caso, sin perjuicio de lo pactado por las partes, dichos instrumentos podrán contener lo siguiente.</p> <p>I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;</p> <p>II. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos;</p> <p>III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.</p>	El Plan de Manejo incluirá en su formulación y ejecución los residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos y residuos de manejo especial que serán generados en la embarcación del Proyecto.
<p>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 siguiente procedimiento:</p> <p>I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría, a través del sistema establecido para ese efecto, la siguiente información...</p> <p>II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, como archivos de imagen u otros análogos, los siguientes documentos...</p> <p>III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número</p>	El Proyecto contará con un plan de manejo de residuos, en el que se incluirá un capítulo de residuos peligrosos en apego a la LGPGIR, su reglamento y las NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-054-SEMARNAT-1993, se registrará el plan ante la Secretaría sujetándose al procedimiento descrito en este artículo.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>con el cual queda registrado el plan de manejo correspondiente.</i>	
<p>Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados 	El Promovente identificará los residuos peligrosos de acuerdo a lo establecido en este artículo y en la NOM-052-SEMARNAT-2005.
<p>Artículo 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquella será peligrosa. Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.</p>	En caso de que se presente tal situación, el Promovente considerará dicha mezcla como residuo peligroso.
<p>Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.</p>	En caso de contaminación de suelos con residuos peligrosos, el Promovente dará manejo de dicho suelo como residuo peligroso.
<p>Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:</p> <ol style="list-style-type: none"> III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida. 	Se prevé que el Proyecto genere una cantidad de hasta de 400 kg de residuos peligrosos al año, por lo que se le considerará como microgenerador.
<p>Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al procedimiento incluido en este artículo.</p>	El Promovente se sujetará al procedimiento indicado este artículo para realizar el registro como generador de residuos peligrosos.
<p>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.</p>	Se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos (con contención secundaria para evitar derrames potenciales); todos los residuos peligrosos se envasarán en contenedores previamente identificados, para evitar mezcla de residuos incompatibles. Asimismo, los contenedores utilizados, se cerrarán previo a su envío al área de almacenamiento temporal, donde no podrán permanecer por más de seis meses.
<p>Artículo 83.- El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:</p>	Todos los residuos peligrosos serán almacenados en contenedores previamente identificados, para evitar mezclar residuos incompatibles en apego a la NOM-054-SEMARNAT-1993. Estos

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;</p> <p>II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y</p> <p>III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.</p>	residuos permanecerán en el almacén temporal de residuos peligrosos, que contará con contención secundaria para prevenir derrames.
<p>Artículo 129.- Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlos en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.</p>	En caso de ocurrir un derrame de materiales peligrosos menor a 1 m ³ , el Promoviente tomará las medidas necesarias para minimizar la dispersión y realizar la limpieza del sitio. En caso de que exista un derrame mayor a dicha cantidad, se notificará a las autoridades competentes y se tomarán las medidas necesarias para remediar la contaminación.
<p>Fuente: Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (DOF, última reforma 31-10-2014).</p>	

3.2.1.5. *Ley General de Vida Silvestre (LGVS)*

El objetivo de la LGVS, es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. En la Tabla 3.11 se muestra la vinculación del Proyecto con citada Ley.

Tabla 3.11 *Vinculación del Proyecto con la LGVS*

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><i>Artículo 4.- Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables..</i></p>	<p>El predio en donde se realizará el Proyecto posee campos agrícolas de forma dominante, y una superficie de 45 ha con pastizal halófilo, en el cual no se identificaron especies protegidas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>El área del Proyecto presenta cuatro especies de fauna silvestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Capítulo 4).</p> <p>Sin embargo, el Promoviente no realizará aprovechamiento de vida silvestre, y en el Capítulo 6 se indican las medidas de mitigación que serán aplicadas para prevenir y reducir su afectación.</p>
<p><i>Artículo 18.- Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida</i></p>	<p>Dentro del Capítulo 4 de esta MIA-R se presentan las especies de fauna y flora silvestre</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><i>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.</i></p> <p><i>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</i></p>	<p>registradas en el área del Proyecto, el Promovente no realizará aprovechamiento de fauna silvestre.</p> <p>En el Capítulo 6 se establecen las medidas para la protección de la flora y fauna silvestre, con particular énfasis en las especies con algún estatus de protección que pudiesen ser afectadas por el Proyecto; incluyendo acciones de rescate y reubicación.</p>
<p><i>Artículo 73.- Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios. La Secretaría aprobará el establecimiento de cercos no permeables y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para Proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, translocación o pre-liberación.</i></p>	<p>El Proyecto contempla la instalación de un cerco perimetral para delimitar la propiedad y evitar el acceso a personal no autorizado. Este cerco no tiene la finalidad de retener o atraer ejemplares de fauna silvestre. Adicionalmente, el Proyecto no tiene como finalidad la repoblación, reintegración, traslocación o preliberación de fauna silvestre.</p>
<p>Fuente: Ley General de Vida Silvestre (DOF, última reforma 19-12-2016)</p>	

3.2.1.6. *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)*

La LFRA regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de los mismos cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales. Los artículos de la Ley tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano, para el desarrollo y bienestar de toda persona y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental (Tabla 3.12).

Tabla 3.12 *Vinculación del Proyecto con la LFRA*

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><i>Artículo 6.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:</i></p> <p><i>I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados mitigados y compensados (...).</i></p> <p><i>II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.</i></p>	<p>En el Capítulo 5 de la presente MIA se describen todos los impactos que serán causados por el Proyecto mientras que en el Capítulo 6 se enlistan las medidas de mitigación para cada impacto generado, las cuales contemplan la normatividad vigente. El Promovente se compromete a aplicar las medidas de mitigación propuestas y necesarias para cumplir a cabalidad las responsabilidades ambientales atribuidas por la presente Ley.</p> <p>Por lo anteriormente descrito, se considera que el Proyecto es congruente con lo establecido en la Ley de Responsabilidad Ambiental.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>Artículo 10- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.</i>	Aunque se contemplan una serie de medidas de mitigación para minimizar los impactos al medio ambiente, en caso de que se provoque algún tipo de afectación a este componente, el Promovente, ya sea directamente o a través de sus contratistas se responsabilizará de cualquier daño provocado al ambiente previa evaluación. Asimismo, tendrá la obligación de realizar la reparación de los mismos, o de efectuar la compensación ambiental, de ser el caso.
<i>Artículo 13- La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitat, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación.</i>	En caso de que por alguna actividad derivada del Proyecto se generen afectaciones al ambiente, el Promovente se encargará de restaurar el impacto provocado, empleando las técnicas mencionadas en esta Ley y dentro del lugar en donde se produjo la afectación.
<i>Artículo 16- Para la reparación del daño y la compensación ambiental se aplicarán los niveles y las alternativas previstos en este ordenamiento y las Leyes ambientales. La falta de estas disposiciones no será impedimento ni eximirá de la obligación de restituir lo dañado a su estado base.</i>	En caso de que se ocasionen daños al ambiente, el Promovente o sus contratistas efectuarán las acciones de reparación del daño y compensación ambiental, apegándose para ello en las disposiciones establecidas en esta Ley y en la legislación ambiental nacional aplicable.
<i>Artículo 17.- La compensación ambiental consistirá en la inversión o las acciones que el responsable haga a su cargo, que generen una mejora ambiental, sustitutiva de la reparación total o parcial del daño ocasionado al ambiente, según corresponda, y equivalente a los efectos adversos ocasionados por el daño</i>	El Promovente comprende en qué consiste la compensación ambiental. Por lo que, ya sea directamente el Promovente o a través de sus contratistas, de ser el caso, realizarán las actividades de compensación ambiental. Dicha compensación ambiental preferentemente se realizará en el ecosistema o región ecológica en donde se haya producido la afectación.

Fuente: Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (7-06-2013)

3.2.1.7. *Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su reglamento*

A continuación se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de la Ley de Aguas Nacionales (Tabla 3.13) y su reglamento (Tabla 3.14), que tienen por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Tabla 3.13 Vinculación del Proyecto con la LAN

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>Artículo 86 BIS 2.- Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que,</i>	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se contará con sanitarios móviles para los trabajadores de la obra, cuya limpieza estará a cargo de la compañía con quien se rentan los sanitarios, misma que será supervisada por la empresa responsable de la

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><i>por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.</i></p>	<p>construcción. Durante la operación, se empleará un sanitario con biodigestor, o se descargarán las aguas residuales a una fosa séptica, la cual será limpiada por una empresa contratada para ello, misma que se encargará del adecuado manejo de los residuos de la fosa. Por lo tanto, no se prevé la generación de descargas a cuerpos de agua durante esas etapas.</p> <p>En el Capítulo 2 se indica que se usará agua tratada para controlar el polvo durante la construcción y para el lavado de los paneles en operación.</p> <p>Adicionalmente, entre las medidas enfocadas a cumplir con esta ley, están:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No derramar aceite, líquidos ni basura sobre el suelo. • Evitar la acumulación de materiales que bloqueen los drenajes naturales en la zona de interés y que pudieran afectar el flujo del agua, para evitar arrastres de suelo y contaminación del agua, en caso de lluvias. • La carga de combustible durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como cualquier reparación o mantenimiento de la maquinaria, se realizará de preferencia fuera del área del Proyecto, o en los sitios asignados del AP con recubrimiento impermeable y barreras secundarias para evitar posible contaminación.
<p>Artículo 88.- <i>Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos. El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población, corresponde a los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes.</i></p>	<p>Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se contará con sanitarios móviles para los trabajadores de la obra, cuya limpieza estará a cargo de la compañía con que se renten los sanitarios, misma que será supervisada por la empresa responsable de la construcción. Por lo tanto, no se prevé la generación de descargas a cuerpos de agua durante esas etapas. Durante la operación se empleará un biodigestor, o se instalará una fosa séptica, la cual será instalada y mantenida por una empresa autorizada para ello.</p> <p>Por lo que no será necesario obtener permisos de descarga en cuerpos receptores.</p>
<p>Artículo 113.- <i>La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión":</i></p> <p>[...]</p> <p><i>II. Los terrenos ocupados por los vasos de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales cuyas aguas sean de propiedad nacional;</i></p> <p><i>V. Los terrenos de los cauces y los de los vasos de lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional,</i></p>	<p>El Proyecto se encuentra fuera del área federal de los cuerpos de agua cercanos (Laguna de Alchichica), por lo que no se encuentra en un terreno de competencia federal.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>descubiertos por causas naturales o por obras artificiales;</i>	
Fuente: Ley de Aguas Nacionales, (DOF, última reforma 24-03-2016)	

Tabla 3.14 Vinculación del Proyecto con el reglamento de la LAN

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>Artículo 151.- Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.</i>	<p>Durante la ejecución del Proyecto no se depositará basura, material ni ningún desecho o residuo en cuerpos receptores y zonas federales que puedan provocar la contaminación de algún cuerpo de agua. El AP contará con almacenes adecuados para el almacenamiento de los residuos de forma temporal, y estos serán recolectados y dispuestos por una empresa autorizada para ello.</p> <p>En la etapa de preparación del sitio y construcción se contratarán un servicio de sanitarios portátiles, cuyos efluentes serán manejados por la misma empresa que los renta. Mientras que en la etapa de operación se emplearán sanitados con biodigestor, o se instalará una fosa séptica, de la cual se hará responsable de la limpieza y mantenimiento una empresa autorizada para ello. Por lo que no se generarán descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores ni zonas federales.</p>
Fuente: Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (DOF, última reforma 25-02-2017)	

3.2.1.8. Ley de la Industria Eléctrica y su reglamento

La Ley de la Industria Eléctrica 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 de la industria eléctrica. Las disposiciones de esta Ley son de interés social y orden público y se vinculan a continuación con el Proyecto (Tabla 3.15).

Tabla 3.15 Vinculación del Proyecto con la Ley de la Industria Eléctrica

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>Artículo 17.- Las Centrales Eléctricas con capacidad mayor o igual a 0.5 MW y las Centrales Eléctricas de cualquier tamaño representadas por un Generador en el Mercado Eléctrico Mayorista requieren permiso otorgado por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) para generar energía eléctrica en el territorio nacional. Se requiere autorización otorgada por la CRE para importar energía eléctrica proveniente de una Central Eléctrica ubicada en el extranjero y conectada exclusivamente al Sistema Eléctrico Nacional. Las</i>	El Proyecto tramitará el permiso correspondiente ante la CRE para generar energía eléctrica en el territorio nacional y dará cumplimiento a las Reglas del Mercado

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><i>Centrales Eléctricas de cualquier capacidad que sean destinadas exclusivamente al uso propio en emergencias o interrupciones en el Suministro Eléctrico no requieren permiso.</i></p> <p><i>Los permisionarios y sus representantes están obligados al cumplimiento de las Reglas del Mercado. El permisionario o una persona distinta a él podrán representar total o parcialmente a cada Central Eléctrica en el Mercado Eléctrico Mayorista, en los términos permitidos por las Reglas del Mercado.</i></p>	
<p>Artículo 117.- <i>Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.</i></p>	<p>En apego a este artículo, el Proyecto atenderá los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de la región donde se desarrollará.</p>
<p>Artículo 120.- <i>Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica deberán presentar a la Secretaría una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación correspondientes.</i></p> <p><i>La Secretaría emitirá el resolutivo y recomendaciones que correspondan, en los términos que señalen los reglamentos de esta Ley.</i></p>	<p>Para garantizar este punto, el Promovente presentó una evaluación de impacto social (EviS) ante la Secretaría de Energía (SENER), con la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse del Proyecto, así como sus medidas de mitigación. Este documento se encuentra en proceso de evaluación por parte de la SENER.</p> <p>Esto conforme las Disposiciones Administrativas de Carácter General sobre la Evaluación de Impacto Social en el Sector Energético.</p>
<p>Fuente: Ley de la Industria Eléctrica (DOF última reforma 11-08-2014)</p>	

Tabla 3.16 Vinculación con el reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 16.- <i>Requieren de permiso otorgado por la CRE, las Centrales Eléctricas con capacidad igual o mayor a 0.5 MW, así como las representadas por un Generador en el Mercado Eléctrico Mayorista, con independencia de su capacidad, salvo las destinadas exclusivamente al uso propio en emergencias o interrupciones en el Suministro Eléctrico. Para efectos de lo anterior, se considerará la capacidad neta que una Central Eléctrica haga disponible al Sistema Eléctrico Nacional. [...]</i></p>	<p>El Proyecto tramitará el permiso correspondiente ante la CRE para generar energía eléctrica en el territorio nacional.</p>
<p>Artículo 86.- <i>Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica incluidos los relativos a la prestación del Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica deberán presentar a la Secretaría la evaluación de impacto social a que se refiere el artículo 120 de la Ley, noventa días antes de su intención de iniciar las negociaciones con los propietarios o poseedores de los terrenos donde se pretenda ubicar el proyecto de</i></p>	<p>El Proyecto atenderá los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de la región donde se desarrollará.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>que se trate. Se otorgarán los permisos para el desarrollo de proyectos de la industria eléctrica una vez que se presente la evaluación de impacto social.</i>	
Artículo 87.- <i>La evaluación de impacto social deberá presentarse en un documento de acuerdo con la guía y el formato que establezca la Secretaría. La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá a los interesados para obtener permisos o autorizaciones. [...]</i>	Para garantizar este punto, el Promoviente presentó una evaluación de impacto social (Evis) ante la Secretaría de Energía (SENER), con la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse del Proyecto, así como sus medidas de mitigación. Este documento se encuentra en proceso de evaluación por parte de la SENER. Esto conforme las Disposiciones Administrativas de Carácter General sobre la Evaluación de Impacto Social en el Sector Energético.
Fuente: Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica, (DOF 31-10-2014)	

3.2.1.9. *Ley General de Bienes Nacionales*

La Ley General de Bienes Nacionales tiene por objeto establecer los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación; las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, y las bases para la regulación de los bienes muebles propiedad de las entidades. Las disposiciones de esta Ley son de interés social y orden público y se vinculan a continuación con el Proyecto.

Tabla 3.17 *Vinculación del Proyecto con la Ley General de Bienes Nacionales*

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 4.- <i>Los bienes nacionales estarán sujetos al régimen de dominio público o a la regulación específica que señalen las leyes respectivas.</i>	Debido a la naturaleza del Proyecto, que consiste en un Parque Solar Fotovoltaico y pertenece al sector energético; el predio destinado para su realización no tiene injerencia sobre los bienes nacionales
Artículo 6.- <i>- Están sujetos al régimen de dominio público de la Federación: [...] IX.- Los terrenos ganados natural o artificialmente al mar, ríos, corrientes, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional;</i>	El Parque Solar Fotovoltaico pertenece al sector energético; el cual se realizará a una distancia mayor a los 10 metros estipulados del cuerpo de agua "Laguna de Alchichica", por lo que no tendrá injerencia sobre los bienes nacionales
Fuente: Ley General de Bienes Nacionales (DOF 19-01-2018)	

3.2.1.10. *Ley de Transición Energética*

La presente Ley tiene por objetivo regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.

Tabla 3.18 Vinculación del Proyecto con la Ley de Transición Energética

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>Artículo 6.- Los integrantes de la Industria Eléctrica en general, así como los Usuarios Calificados participantes del Mercado Eléctrico Mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los Contratos de Interconexión Legados estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias en los términos establecidos en la legislación aplicable.</i>	El Parque Solar Fotovoltaico pertenece al sector energético; el cual es generador de energía a partir de fuentes limpias como es la solar, tiene el compromiso del cumplimiento de las Metas de Energías Limpias en términos establecidos en la ley que compete.
Fuente: Ley General de Bienes Nacionales (24-12-2015)	

3.2.2. Vinculación con leyes estatales

El Proyecto se vincula con las siguientes leyes y reglamentos estatales:

1. Ley del Agua para el Estado de Puebla
2. Ley de Cambio Climático para el Estado de Puebla
3. Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla
4. Ley para la Prevención y Gestión Integral de residuos del Estado de Puebla

3.2.2.1. Ley del Agua para el Estado de Puebla

En la Tabla 3.19 se realiza la vinculación del Proyecto con la Ley de Agua para el Estado de Puebla, la cual declara de interés público temas fundamentales para la conservación y protección de los recursos hídricos, define a las autoridades en materia de gestión del agua, establece las facultades y competencias de los Organismos Operadores y garantiza la equidad y proporcionalidad en el uso y aprovechamiento del agua utilizada en servicios públicos.

Tabla 3.19 Vinculación del Proyecto con la Ley de Agua para el Estado de Puebla

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<i>Artículo 65.- En cuanto a las características y calidad de las Descargas de Aguas Residuales, los Usuarios tendrán la obligación de cumplir con los parámetros y especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas, criterios que fije el Prestador de Servicios Públicos y demás disposiciones legales aplicables.</i>	El Proyecto únicamente requerirá agua tratada para llevar a cabo el lavado de los paneles y consumo humano. Las aguas sanitarias no serán descargadas al drenaje municipal, ya que se usarán sanitarios portátiles durante la preparación del sitio y construcción, y fosa séptica o sanitario con biodigestor durante la operación. Cuyos desechos serán manejados por una empresa autorizada para ello
<i>Artículo 71.- Previa autorización del Prestador de Servicios Públicos, los Usuarios de los servicios de Agua Potable sólo podrán utilizar fosas sépticas cuando resulte imposible la prestación del servicio de Drenaje.</i>	Dada la ubicación del Proyecto, resulta imposible la prestación del servicio de drenaje por parte de los servicios públicos. Por lo que se contempla la

Artículo	Vinculación con el Proyecto
	instalación de una fosa séptica o la colocación de sanitarios con biodigestor.
<i>Artículo 86.- El Prestador de Servicios Públicos fomentará el uso racional y eficiente del agua y promoverá la utilización del Agua de Reúso, así como la construcción y desarrollo de redes y sistemas públicos y privados para su distribución. La distribución de Agua de Reúso en sistemas privados sólo podrá realizarse previa autorización del Prestador de Servicios Públicos aplicando en lo conducente las disposiciones del Capítulo VII de esta Ley.</i>	En cumplimiento con las NOM y la presente Ley, el Proyecto utilizará agua tratada para el lavado de los paneles solares y cumplirá con las disposiciones de la Ley en materia de drenaje y saneamiento.
<i>En estricto cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas, en aquellos lugares en donde existan las redes o sistemas para su distribución, las personas deberán utilizar Agua Tratada en los siguientes casos: [...]</i>	
<i>III. En industria: para plantas generadoras de energía eléctrica; refinerías; sistemas de enfriamiento; calderas; agua de proceso; industria química; manufactura de pulpa, papel y cartón; industria textil; industria de la construcción e industria de la transformación; y [...]</i>	
<i>Artículo 87.- Los Usuarios del servicio de Reúso estarán obligados a cumplir con las disposiciones de este título en materia de Drenaje y Saneamiento sin perjuicio de sujetarse a la normatividad aplicable para las Descargas directas a los cuerpos receptores de Aguas Nacionales.</i>	No habrá descarga de aguas residuales ni se usará Drenaje.
<i>Artículo 104.- Los Usuarios están obligados al pago de los derechos correspondientes por la prestación de los siguientes servicios hídricos de los que se beneficien: [...]</i>	Para la obtención de agua tratada para la limpieza de paneles, el Promovente llevará a cabo el pago de los derechos correspondientes por la prestación de los servicios hídricos establecidos en esta Ley de los que se beneficie.
<i>XI. Por contratación del servicio de suministro de agua en vehículos cisterna;</i>	
Fuente: Ley de Agua para el Estado de Puebla, (19-10-2015)	

3.2.2.2. *Ley de Cambio Climático para el Estado de Puebla*

El objeto de esta Ley es establecer la concurrencia de facultades del Estado y de los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero (Tabla 3.20).

Tabla 3.20 *Vinculación del Proyecto con la Ley de Cambio Climático*

Artículo	Vinculación
<i>Artículo 65.- Se consideran prioritarias, para efectos de la aplicación de los instrumentos económicos:</i>	El Parque Solar Fotovoltaico pertenece al sector energético; el cual es generador de energía a partir de fuentes limpias como es la solar, por lo cual está alineado con las prioridades expresadas en la ley vinculada.
<i>I. La investigación, incorporación o utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto evitar, reducir o controlar las</i>	

Artículo	Vinculación
<p><i>emisiones; así como promover prácticas de eficiencia energética;</i></p> <p>II. <i>La investigación e incorporación de sistemas de eficiencia energética, desarrollo de energías renovables y tecnologías de bajas emisiones en carbono; y</i></p> <p>III. <i>En general, aquellas actividades relacionadas con la adaptación a los efectos del cambio climático y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.</i></p>	
Fuente: Ley de Cambio Climático para el Estado de Puebla (29-11-2013)	

3.2.2.3. *Ley para la protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla y su reglamento en materia de impacto ambiental*

En esta Ley se establecen las orientaciones y principios de la nueva política ambiental, fundada en estándares nacionales e internacionales; involucrando tanto al Gobierno del Estado, a sus Municipios y a la sociedad en general, como corresponsable en la preservación y restauración del medio ambiente (Tabla 3.21). La vinculación con su Reglamento en materia de impacto ambiental se presenta en la Tabla 3.22, y en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera en la Tabla 3.23.

Tabla 3.21 *Vinculación del Proyecto con la Ley para la Protección del Ambiente Natural y Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla*

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p><i>Artículo 38.- La Secretaría evaluará el impacto ambiental y, en su caso, el riesgo ambiental de las obras y actividades que no sean competencia de la federación, particularmente las siguientes: [...]</i></p>	<p>El Proyecto, que consiste en un parque fotovoltaico pertenece al sector energético, por lo que de acuerdo al Artículo 5 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental, es de competencia federal. De manera que la evaluación de los impactos ambientales generados por el Proyecto será efectuada por la SEMARNAT, previa presentación de este documento.</p>
Fuente: Ley de Aguas para el estado de Veracruz (21/01/2016)	

Tabla 3.22 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla en Materia de Impacto Ambiental

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 55.- <i>Quienes pretendan ejecutar alguna de las obras o actividades indicadas en el artículo 38 de la Ley, así como las que a continuación se indican, deberán contar, previo a su ejecución, con la autorización en materia de impacto ambiental y, en su caso, de riesgo ambiental:</i></p> <p><i>I. Obra o actividad pública estatal y municipal a partir de 1,500 metros cuadrados de superficie y/o construcción; así como cualquier otro tipo de inmueble a partir de 1,500 metros cuadrados de construcción, siempre y cuando no esté considerada en el artículo 38 de la Ley y no sea competencia de la Federación, en términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [...]</i></p>	<p>El Proyecto pertenece al sector energético, por lo que de acuerdo al Artículo 5 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental, es de competencia federal. Por lo anterior, la evaluación de los impactos ambientales generados por el Proyecto será efectuada por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT.</p>

Fuente: Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla en Materia de Impacto Ambiental (30-04-2012)

Tabla 3.23 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 7.- <i>Las emisiones de humos, gases, polvos, vapores, olores, partículas sólidas y otros a la atmósfera generados por fuentes fijas y móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas expedidas para tal efecto. Asimismo las fuentes emisoras deberán sujetar su operación y funcionamiento a lo previsto en la Ley, el presente Reglamento y demás disposiciones normativas aplicables.</i></p>	<p>El Proyecto únicamente será generador de humos y polvos durante su etapa de preparación del sitio y construcción generados por fuentes móviles, y se tomarán medidas como la humectación de caminos y la revisión de que los vehículos cumplan con la verificación vehicular para minimizar estas emisiones y mantenerlas por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas. Con lo anterior, se asegurará de que las emisiones no excederán los niveles máximos permisibles establecidos en la normatividad aplicable, incluyendo los términos previstos en este Reglamento.</p>
<p>Artículo 217.- <i>Los propietarios y conductores de fuentes móviles directas registradas en el Estado, destinados al servicio particular, y a las que se refiere la Ley del Transporte para el Estado de Puebla, deberán cumplir con la verificación vehicular, de conformidad con lo establecido en este Reglamento.</i></p>	<p>Los vehículos a emplear por el contratista y el Promovente cumplirán con la verificación vehicular, de conformidad con lo establecido en el presente Reglamento.</p>

Fuente: Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, (30-05-2014)

3.2.2.4. Ley de para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Puebla

En este ordenamiento se establecen disposiciones relativas a la clasificación de los residuos, así como aquellos instrumentos necesarios para formular la Política de Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo especial.

Tabla 3.24 Vinculación del Proyecto con la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Puebla

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 30.- Serán responsables de la formulación e instrumentación de los planes de manejo, según corresponda:</p> <p>I.- Los productores, distribuidores y generadores de residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en el listado a que se refiere el artículo anterior y en el Reglamento de esta Ley; y [...]</p>	<p>Se generarán residuos de manejo especial como parte de las actividades del Proyecto, de acuerdo a la clasificación de la LGPGIR, las normas aplicables y los instrumentos estatales, pero en una cantidad menor a la indicada en el Artículo 10 del reglamento de la presente ley (10 ton/año, Tabla 3.25). Por lo que el Promovente no está sujeto a la presentación de plan de manejo ante el estado.</p> <p>Para la clasificación, manejo, almacenamiento y disposición de los residuos urbanos se cumplirá con lo establecido en la LGPGIR y su Reglamento, así como las NOM y el Programa Estatal y/o Municipal correspondiente. Por favor dirigirse al Capítulo 2 del presente estudio para tener un mayor detalle de la generación y clasificación de éstos residuos.</p>
<p>Artículo 39.- En relación con el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se prohíbe:</p> <p>I.- Depositar o verter residuos de cualquier tipo o especie en las vías o lugares públicos, lotes baldíos, barrancas, cañadas, redes de drenaje, cableado eléctrico o telefónico, instalaciones de gas, cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas o áreas privadas de conservación, así como en todo lugar no autorizado para tales fines; □</p> <p>II.- Incinerar residuos a cielo abierto o en cualquier equipo de combustión como fuente fija o dar tratamiento a residuos sin la autorización correspondiente;</p> <p>III.- Instalar tiraderos a cielo abierto; y</p> <p>IV.- Recibir residuos de otros Estados, salvo los que provengan de conformidad con los convenios que se celebren en términos de la Ley aplicable.</p>	<p>En ninguna etapa del Proyecto se contempla depositar o verter residuos de ningún tipo en vías o lugares públicos, lotes baldíos, barrancas, cañadas, redes de drenaje, cableado eléctrico o telefónico, instalaciones de gas, cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas o áreas privadas de conservación, así como en todo lugar no autorizado para tales fines. Tampoco se instalarán tiraderos a cielo abierto.</p>
<p>Artículo 60.- Los generadores y las empresas dedicadas a la gestión integral de los residuos están obligadas a prevenir y en su caso a remediar la contaminación de sitios por sus actividades.</p>	<p>Durante todas las etapas del Proyecto se gestionarán los residuos de manera integral y en lugares adecuados para este fin con la finalidad de prevenir contaminación al suelo. En el Capítulo 6 se establecen las medidas para la protección de los suelos por el manejo de los residuos.</p>
<p>Artículo 61.- Las personas físicas o jurídicas que resulten responsables de la contaminación de un</p>	<p>El Promovente conoce la responsabilidad de remediar los posibles daños ambientales que</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>sitio, sin detrimento de las sanciones previstas en esta Ley y en los ordenamientos que resulten aplicables, estarán obligadas a realizar inmediatamente las acciones necesarias para remediar el daño ambiental y restituir el estado del sitio a como se encontraba hasta antes de la contaminación con residuos.</p>	<p>resulten de las actividades del Proyecto previa evaluación del evento, y ejecutará medidas de mitigación para prevenir posibles derrames que generen daños por contaminación de suelos y agua.</p>
<p>Fuente: Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Puebla, (4-08-2014)</p>	

Tabla 3.25

Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla

Artículo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 10.- Los generadores sujetos a un Plan de Manejo a que se refiere la Ley, son aquéllos que en su conjunto producen o reúnen cantidades de 10 toneladas peso bruto, así como los que exceden dicha cantidad de forma anual de residuos, o los que en su caso generan cantidades de residuos igual o mayor a 27 kilogramos por día.</p>	<p>El Proyecto no generará una cantidad mayor a 10 ton/año de residuos, por lo que no está sujeto a presentar un Plan de Manejo. Sin embargo, el Proyecto contará con un plan de manejo de residuos, en el cual se establecerán las medidas para el manejo y almacenamiento temporal de los residuos.</p> <p>Para la clasificación, manejo, almacenamiento y disposición de los residuos urbanos se cumplirá con lo establecido en la LGPGIR y su Reglamento, así como las NOM y el Programa Estatal y/o Municipal correspondiente.</p>
<p>Fuente: Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla (24-04-2017)</p>	

3.2.3. Vinculación con Leyes Municipales

En municipio de Perote no se encontraron leyes o reglamentos en materia ambiental que hayan sido expedidos y decretados a la fecha.

3.2.4. Planes y Programas Sectoriales

A continuación, se realiza la vinculación de las actividades del Proyecto con los siguientes instrumentos federales:

1. Plan Nacional de Desarrollo 2013 - 2018
2. Estrategia Nacional de Energía 2015
3. Plan Nacional de Infraestructura 2014 - 2018

3.2.4.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo 2013 - 2018 se presenta en cumplimiento al artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y se ha elaborado de acuerdo a lo establecido en la Ley de Planeación. El PND proyecta, en síntesis, hacer de México una sociedad de derechos, en donde todos tengan acceso efectivo a los derechos que otorga la Constitución. En el PND 2013 - 2018

se impulsa un federalismo articulado, partiendo de la convicción de que la fortaleza de la nación proviene de sus regiones, estados y municipios. Asimismo, promueve transversalmente, en todas las políticas públicas, tres estrategias: Democratizar la Productividad, consolidar un Gobierno Cercano y Moderno, así como incorporar la Perspectiva de Género. Por primera vez, se incluyen en El PND indicadores que reflejan la situación del país en relación con los temas considerados como prioritarios para darles seguimiento y conocer el avance en la consecución de las metas establecidas y, en su caso, hacer los ajustes necesarios para asegurar su cumplimiento.

El PND plantea las siguientes grandes metas con sus respectivos indicadores para el desarrollo del país:

- I México en Paz
 - I.1 Diagnóstico: México demanda un pacto social más fuerte y con plena vigencia
 - I.2 Plan de acción: fortalecer al Estado y garantizar la paz
- II México Incluyente
 - II.1 Diagnóstico: persisten altos niveles de exclusión, privación de derechos sociales y desigualdad entre personas y regiones de nuestro país
 - II.2. Plan de acción: integrar una sociedad con equidad, cohesión social e igualdad de oportunidades
- III. México con Educación de Calidad
 - III.1 Diagnóstico: es indispensable aprovechar nuestra capacidad intelectual
 - III.2 Plan de acción: articular la educación, la ciencia y el desarrollo tecnológico para lograr una sociedad más justa y próspera
- IV México Próspero
 - IV.1 Diagnóstico: existe la oportunidad para que seamos más productivos
 - IV.2. Plan de acción: eliminar las trabas que limitan el potencial productivo del país
- V. México con Responsabilidad Global
 - V.1 Diagnóstico: México puede consolidarse como una potencia emergente
 - V.2 Plan de acción: consolidar el papel constructivo de México en el mundo

El Proyecto se vincula con las metas del PND en la Tabla 3.26.

Tabla 3.26 Vinculación con las metas del PND

Meta	Vinculación con el Proyecto
IV.1. Diagnóstico: existe la oportunidad para que seamos más productivos	
Empleo	El Proyecto creará empleos de forma directa e indirecta para cubrir las necesidades que presenta el desarrollo del mismo a causa del incremento en
La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que toda	

Meta	Vinculación con el Proyecto
persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil. A pesar de que hoy en día la tasa de desocupación es baja, es necesario consolidar esfuerzos para aumentar la productividad laboral y otorgar mayor dignidad a los salarios que percibe la población.	la demanda de bienes y servicios en el municipio de Tepeyahualco.
Desarrollo Sustentable Hoy, existe un reconocimiento por parte de la sociedad acerca de que la conservación del capital natural y sus bienes y servicios ambientales, son un elemento clave para el desarrollo de los países y el nivel de bienestar de la población.	El Proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a través recursos renovables, los cuales se encuentran en congruencia con el desarrollo sustentable al ser una fuente de energía limpia, que genera un recurso de valor económico y del que existe demanda creciente (energía eléctrica). El área del Proyecto no se encuentra cerca de ninguna ANP, AICA o sitio Ramsar.
IV.2. Plan de acción: eliminar las trabas que limitan el potencial productivo del país	
Se plantea abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.	El Proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos, integrando la energía producida al Sistema Eléctrico Nacional.
Se propone una política de fomento económico con el fin de crear un mayor número de empleos, desarrollar los sectores estratégicos del país.	Adicional a la mano de obra a generar por las propias actividades del proyecto, se incrementará la demanda de servicios y adquisición de bienes para las actividades del Proyecto, lo que generará empleos indirectos en la región.
Para un México Próspero se debe consolidar, de manera gradual y permanente, un marco de respeto que equilibre los factores de la producción a efecto de promover el empleo de calidad, sin descuidar la protección y garantía de los derechos de los trabajadores y del sector patronal.	
Fuente: Plan Nacional de Desarrollo 2013 - 2018 (DOF, 20-05-2013)	

3.2.4.2. *Estrategia Nacional de Energía 2015*

La Estrategia Nacional de Energía (ENE) tiene como misión encauzar las fuerzas de la oferta y la demanda de energía de modo que se brinde viabilidad al crecimiento económico de México y se extienda el acceso a servicios energéticos de calidad a toda la población, a fin de que reciban los beneficios que derivan del consumo eficiente y responsable de la energía. La Reforma Constitucional en materia Energética aprobada cambia el modelo energético y permitirá a México contar con la variedad y cantidad de energéticos que el país vaya requiriendo para satisfacer sus necesidades, exportar lo excedente y competir en mercados internacionales, su desarrollo se puede resumir en los siguientes puntos:

- Cobertura nacional de energéticos
- Crecimiento económico
- Inclusión social
- Autonomía energética de México

- Transición energética
- Incrementar la eficiencia energética
- Diversificación de la matriz energética.

Con la Reforma Energética se eliminaron las restricciones que tenían los particulares para generar energía eléctrica. El Proyecto se vincula con la ENE debido a que por medio de la inversión privada se generará energía renovable; además se propiciará un desarrollo sustentable en el cual se generarán empleos verdes, basados en enfoques de sostenibilidad social y respeto a los derechos humanos. Si bien la Estrategia se actualiza de manera constante, el proyecto resulta compatible con los planteamientos de la normativa que la da origen y consisten en una constante diversificación de las fuentes de generación eléctrica y la incorporación de energías limpias al sistema eléctrico nacional.

3.2.4.3. *Plan Nacional de Infraestructura 2014-2018*

En el Capítulo VIII del Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018, se refiere que, con fundamento en el artículo 22 de la Ley de Planeación, se elaboró el Programa Nacional de Infraestructura (PNI) el cual contiene objetivos, estrategias y líneas de acción que reflejan las actividades prioritarias y concretas en materia de infraestructura, impulsadas por el Gobierno de la República Mexicana, que se llevarán a cabo en la actual Administración. En el PNI presenta los siguientes objetivos:

- Contar con una infraestructura y una plataforma logística de transportes y comunicaciones modernas que fomenten una mayor competitividad, productividad y desarrollo económico y social.
- Optimizar la coordinación de esfuerzos para la generación de infraestructura energética, asegurando así el desarrollo adecuado de la misma, a efecto de contar con energía suficiente, de calidad y a precios competitivos.
- Incrementar la infraestructura hidráulica, tanto para asegurar agua destinada al consumo humano y riego agrícola, como para protección contra inundaciones.
- Contribuir a fortalecer y optimizar la infraestructura interinstitucional en salud para garantizar el acceso efectivo a servicios de salud con calidad.
- Impulsar el desarrollo urbano y la construcción de viviendas de calidad, dotada de infraestructura y servicios básicos, con el acceso ordenado del suelo.
- Desarrollar infraestructura competitiva que impulse al turismo como eje estratégico de la productividad regional y detonador del bienestar social.

Con el cumplimiento de estos objetivos, se busca optimizar las obras de infraestructura de los sectores estratégicos del país a fin de potenciar la competitividad de México y así, asegurar que las oportunidades y el desarrollo lleguen a todas las regiones, a todos los sectores y a todos los grupos de la población. Se establecieron seis sectores básicos en donde se implementa el PNI, los cuales cuentan con objetivos, estrategias, líneas de acción, indicadores y metas.

1. Comunicaciones y transportes
2. Energía.

3. Hidráulico.
4. Salud.
5. Desarrollo Urbano y Vivienda.
6. Turismo.

Debido a que el Proyecto consiste en un parque fotovoltaico, a continuación se vincula el Proyecto con los objetivos, estrategias e indicadores del sector Energía.

Tabla 3.27 Vinculación del Proyecto con el PNI

Sector Estratégico	Objetivos del Sector	Estrategias	Indicadores y Metas	Vinculación
Energía	Asegurar el desarrollo óptimo de la infraestructura para contar con energía suficiente, con calidad y a precios competitivos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ampliar y desarrollar la infraestructura existente para la exploración y extracción de hidrocarburos. 2. Incrementar y adaptar la capacidad de proceso de transformación de hidrocarburos para asegurar el suministro y maximizar el valor económico. 3. Impulsar el desarrollo de la petroquímica nacional con inversión propia y complementaria. 4. Impulsar el desarrollo de Proyectos de transporte y almacenamiento de combustibles. 5. Desarrollar infraestructura de generación eléctrica para el aprovechamiento de combustibles eficientes, de menor costo y con bajo impacto ambiental 6. Desarrollar la transmisión de electricidad que permita el máximo aprovechamiento de los recursos de generación y la atención de la demanda. 7. Desarrollar la distribución de electricidad con calidad, reduciendo las pérdidas en el suministro y aumentando la cobertura del servicio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Producción de Hidrocarburos-Petróleo Crudo. 2. Producción de Hidrocarburos-Producción de Gas. 3. Crecimiento de la red de transporte de acceso abierto de gas natural (%). 4. Índice de ampliación de la red de distribución de gas natural. 5. a) Si la demanda máxima nacional de electricidad está siendo satisfecha con la capacidad instalada y b) El nivel de holgura que tiene la CFE luego de atender la demanda máxima. Este indicador entonces refleja también las necesidades futuras de generación en función al crecimiento de la demanda. 6. Incremento de Capacidad de Transferencia de Carga en Enlaces Prioritarios de Transmisión 	<p>El Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico, es decir la producción secuencial de energía eléctrica a partir de una fuente de energía primaria, motivo por el que representa una opción de conservación de energía para alcanzar un desarrollo sustentable.</p> <p>El Proyecto representa una reducción en el uso de combustibles fósiles para obtener la misma energía (calor y electricidad) con beneficios económicos y ambientales, a continuación, se enlistan algunos de estos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de energía primaria de combustibles nacionales y reducción de emisiones de gases efecto invernadero; • Reducción del uso de combustibles fósiles. • Disminución de las emisiones de Dióxido de Carbono (CO2) a la atmósfera; • Nuevas inversiones, desarrollo regional y creación de empleos; • Liberación de capacidad de la red y de las subestaciones eléctricas en el Servicio Eléctrico Nacional (SEN); y • Reducción de pérdidas de transmisión, transformación y distribución en el SEN. • Distribución de electricidad de calidad, aumentando su cobertura. <p>El Proyecto se encuentra alineado con este sector estratégico debido a que se busca impulsar el uso de la tecnología para reducir el consumo de combustibles fósiles.</p>

Fuente: Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018

3.2.5. Planes estatales y municipales

De los instrumentos estatales y municipales, solo fue aplicable el Plan de Desarrollo Municipal de Tepeyahualco, ya que el estado de Puebla no cuenta con un plan de desarrollo decretado.

3.2.5.1. Plan de Desarrollo Municipal de Tepeyahualco, Puebla 2014-2018

El Plan de Desarrollo Municipal 2014-2018 de este municipio, tiene como principios rectores 3 Ejes de Gobierno con una perfecta alineación a los Planes de Gobierno Federal y Estatal, objetivos definidos en cada uno de los ejes, así como estrategias y líneas de acción que en su conjunto contribuyen al cumplimiento del objetivo general del plan. El Plan está estructurado en tres ejes:

- Eje 1: Desarrollo Social Equitativo e Incluyente
- Eje 2: Desarrollo Económico Sustentable y Protección del Medio Ambiente
- Eje 3: Institucionalidad Local Democrática Participativa y Eficiente Comprometida con el Desarrollo Municipal.

En la Tabla 3.28 se vincula el Proyecto con el eje 2 del PDM.

Tabla 3.28 Vinculación del Proyecto con el Plan de Desarrollo Municipal de Tepeyahualco

Eje	Objetivo	Vinculación
Eje 2: Desarrollo Económico Sustentable y Protección del Medio Ambiente	Reactivación de la económica del Municipio de Tepeyahualco, con el incremento, explotación y cuidado de sus recursos productivos, naturales y turísticos.	El Proyecto consiste en un Parque Solar Fotovoltaico, dará un uso productivo al terreno, contribuyendo a la reactivación de la economía del Municipio de Tepeyahualco. Procurando además el cuidado del medio ambiente, debido a que será generador de energía a partir de una fuente limpia.

Fuente: Plan de desarrollo municipal de Tepeyahualco, 2014-2018

3.3. *PLANES Y PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*

El Proyecto está ubicado en el municipio Tepeyahualco, Puebla. Por lo que el único ordenamiento aplicable de acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) es el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

3.3.1. *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio*

El POEGT, vigente desde el 8 de septiembre de 2012, divide el territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000 y empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT. Tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 UAB, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional, se realizó una síntesis que dio como resultado las 80 regiones ecológicas, que finalmente se emplearon en la propuesta del POEGT. Además de las definiciones de los conceptos de UAB y regiones ecológicas, resultará útil recordar algunos términos centrales para el POEGT y su vinculación con el Proyecto.

- Áreas de atención prioritaria. Son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. El resultado del análisis de estos aspectos permitió aportar la información útil para generar un consenso en la forma como deben guiarse los sectores, de tal manera que se transite hacia el desarrollo sustentable. Se establecieron cinco niveles de prioridad:
 1. Muy alta.
 2. Alta.
 3. Media.
 4. Baja.
 5. Muy baja.

Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

- Áreas de aptitud sectorial. Se identificaron de manera integral en el territorio sujeto a ordenamiento, a través de las UAB en las que concurren

atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de los programas, Proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF).

Así, en cada una de las UAB se identificaron las aptitudes de los sectores presentes, así como aquellos que presentaban valores de aptitud más altos, tomando en consideración las políticas ambientales y la sinergia o conflicto que cada sector presenta con respecto a los otros sectores con los que interactúan en la misma UAB. En función de lo anterior, se propuso el nivel de intervención sectorial en el territorio nacional, que refleja el grado de compromiso que cada sector adquiere en la conducción del desarrollo sustentable de cada UAB, por lo que serán promotores del desarrollo sustentable en la UAB y en la región a la que pertenecen, de conformidad con la clasificación que tengan en términos de aptitud sectorial y en concordancia con sus respectivas competencias.

- Rectores del desarrollo. El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada UAB, puede clasificar a los sectores como:
 1. Rectores
 2. Coadyuvantes
 3. Asociados
 4. Interesados

Los Rectores, son aquellos sectores que tienen un papel esencial en el devenir del desarrollo sustentable de una UAB, reconocen la necesidad de ir a la cabeza en la construcción de los acuerdos que se tomarán para el cumplimiento de los lineamientos ecológicos correspondientes. Los Coadyuvantes tendrán un papel de colaboradores con los cuales se generará la sinergia necesaria para mantener los acuerdos que se generen con la iniciativa de los Rectores. Los Asociados, por su parte, se definen como los sectores comprometidos a participar con los demás sectores presentes en la UAB, desarrollando actividades cada vez más sustentables y alineadas con los lineamientos ecológicos. Por último, los interesados, se caracterizan por su interés en desarrollar sus programas en la UAB, lo cual refrenda su compromiso por participar en las acciones que se desarrollen en este.

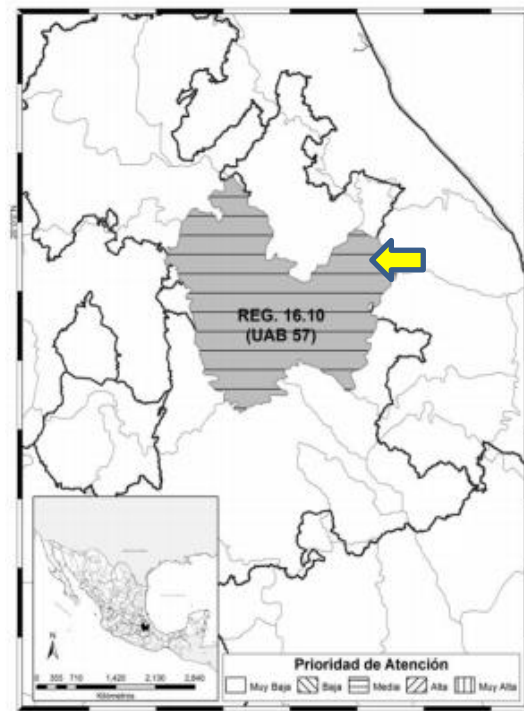
- Política ambiental. Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.
- Lineamiento ecológico. Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este POEGT, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las

directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

- Estrategia ecológica. Las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los Proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial. Las estrategias se implementarán a partir 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 Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este 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.
 3. Las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

De acuerdo con la zonificación establecida en el POEGT, el Proyecto está localizado en la Región Ecológica 16.10 y 176.32, integradas por las UABs 57 y 122, cuya política ambiental es de Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable, en la UAB 57; y Restauración y Aprovechamiento Sustentable en la UAB 122. La Tabla 3.29 y Tabla 3.30 resumen lo establecido en ambas UABs por el POEGT.

Tabla 3.29 Ubicación de Proyecto UAB 57



REGIÓN ECOLÓGICA: 16.10

Unidad Ambiental Biofísica que la compone:

UAB 57. Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)

Localización:

Sureste de Hidalgo, Centro norte, sur y este de Tlaxcala, Centro Occidente de Veracruz, Centro Norte de Puebla

Superficie en km ² :	Población por UAB:	Población Indígena:
12,108.51 km ²	4,232,937 hab	Sierra Norte de Puebla y Totonacalpan

Estado Actual del Medio Ambiente 2008: **Inestable. Conflicto sectorial bajo.** No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy alta. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Alta. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Déficit de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 66.6. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Escenario al 2033:	Inestable a crítico
Política Ambiental:	Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de Atención:	Media

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Tabla 3.30 Ubicación de Proyecto UAB 122



REGIÓN ECOLÓGICA: 17.32

Unidad Ambiental Biofísica que la compone:

UAB 122.

Volcanes Pico de Orizaba y Cofre de Perote

Localización:

Centro oeste de Veracruz

Superficie en km ² :	Población por UAB:	Población Indígena:
6,155.51k m ²	1,279,982 hab	Cuicatlán, Mazateca, Tehuacán y Zongolica

Estado Actual del Medio Ambiente 2008

Inestable. Conflicto sectorial bajo. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km²): Alta. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Déficit de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 53.4. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Escenario al 2033:	Inestable a crítico
Política Ambiental:	Restauración y Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de Atención:	Media

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

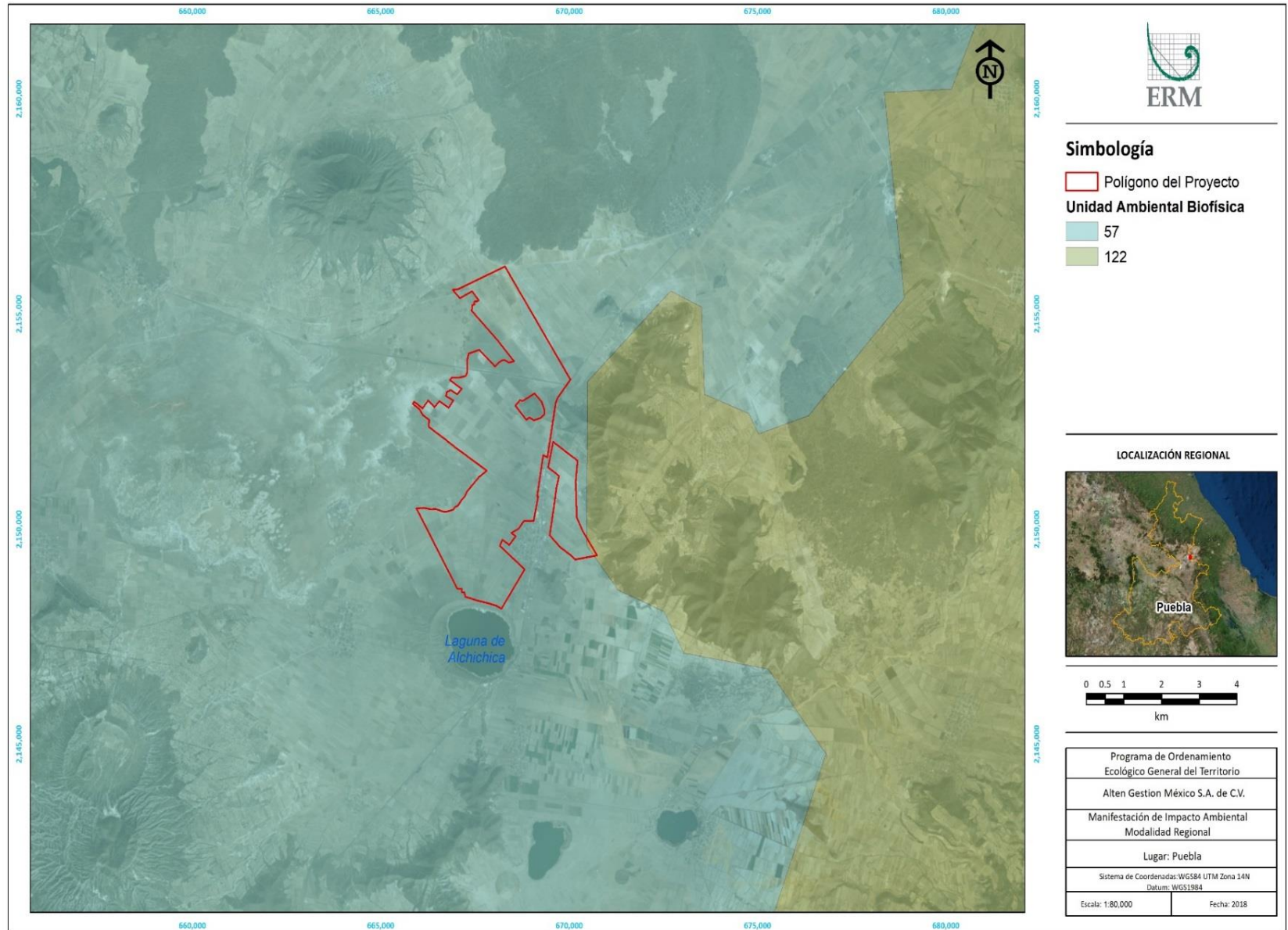


Figura 3.1 UAB 57 y 122 del POEGT en la cual se inserta el Proyecto

Fuente: ERM basado en POEGT, 2013

ERM MÉXICO, S.A. DE C.V

Tabla 3.31 Vinculación del Proyecto con el POEGT

	Estrategia	Vinculación
Grupo 1: Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
Preservación	1	<p>Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.</p> <p>A lo largo del Proyecto se velará por la protección de las especies de vida silvestre que se distribuyen en el área del Proyecto; sin embargo la zona ya se encuentra fuertemente impactada por actividades de agricultura desde hace décadas.</p> <p>El Promovente implementará programas de rescate y reubicación de las especies de flora y fauna de importancia ecológica que pudiesen encontrarse en el sitio.</p>
	2	<p>Recuperación de especies en riesgo.</p> <p>Durante el trabajo de campo en el sitio de interés se registraron especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (3 bajo protección especial y una amenazada), para las cuales se realizará programas de rescate y reubicación (Capítulo 6).</p>
	3	<p>Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</p> <p>Para el estudio de la biodiversidad y el ecosistema, se han consultado bases de datos oficiales mexicanas (CONABIO) e internacionales además de una línea base biótica que se realizó, los detalles se muestran en el capítulo 4. A través de eso, se ha concluido que el Proyecto no afectará ecosistemas de importancia ecológica, debido a que se encuentra dentro de tierras de agrícolas.</p>
	4	<p>Aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>El Proyecto no contempla el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales, por lo que esta estrategia no es aplicable al Proyecto, únicamente el espacio que va a ocupar la huella del proyecto pero en un ecosistema ya impactado previamente por la agricultura.</p>
Aprovechamiento sustentable	5	<p>Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>El Proyecto no considera el aprovechamiento de suelos agrícolas y pecuarios, por lo que esta estrategia no es aplicable al Proyecto.</p>
	6	<p>Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>Debido a la naturaleza del Proyecto, que consiste en un parque fotovoltaico, no tiene relación con la infraestructura hidroagrícola, por lo que esta estrategia o no es aplicable al Proyecto.</p>
	7	<p>Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>Como parte del Proyecto no se tiene contemplado el aprovechamiento de recursos forestales debido a que se encuentra dentro de tierras de agrícolas.</p>
	8	<p>Valoración de los servicios ambientales.</p> <p>Dentro del Capítulo 4 y sus anexos se presenta un análisis de los servicios ambientales que ofrece el sitio, aunque es un sitio previamente impactado por agricultura con pocos servicios ambientales por esta causa. Sin embargo, aun con esta condición, se toma en cuenta este análisis, en el Capítulo 5 se presentan los</p>

	Estrategia	Vinculación
		impactos identificados en este tema y en el Capítulo 6 las medidas de mitigación propuestas para minimizar sus efectos, para que derivado de esto se puedan prevenir, minimizar o compensar los efectos del Proyecto.
	Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	A pesar de que el Proyecto se realiza en una Región Hidrológica Prioritaria, este no contempla el aprovechamiento de agua, por lo que esta estrategia no es aplicable al Proyecto.
	Reglamentar el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos para su protección.	El Proyecto consiste en un parque fotovoltaico, no tiene relación con el uso de agua en las principales cuencas y acuíferos, por lo que esta estrategia no es aplicable.
	Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	El Proyecto consiste en un parque fotovoltaico, no tiene relación con el mantenimiento y/o funcionamiento de presas, por lo que este criterio no es aplicable.
Protección de los recursos naturales	12 Protección de los ecosistemas	El Proyecto se vincula y cumple con los requerimientos de esta estrategia, teniendo en cuenta que una vez que se termine con la instalación de los paneles, se buscará regenerar el suelo y la cubierta vegetal, a través de las medidas de mitigación y compensación propuestas para la restauración y regeneración del suelo. Estas medidas velan por la protección de diferentes factores como el agua, aire, suelo, flora y fauna. El Proyecto busca a través de la implementación de un programa de manejo ambiental, prevenir o mitigar los impactos generados.
	13 Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Debido a la naturaleza del Proyecto, que consiste en un parque solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica, no se tiene contemplado el uso de agroquímicos en ninguna de sus etapas. Cuando crezca la hierba debajo de los paneles, en caso de que sea necesario se va a podar de forma mecánica.
	14 Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto buscará regenerar el suelo y la cubierta vegetal en el abandono.
Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de	15 Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social, y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El Proyecto pertenece al sector energético, no se encuentra relacionado con el sector minero, por lo cual esta estrategia no es aplicable.
	15 BIS Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mientras, a fin de promover una minería sustentable.	El Proyecto no se encuentra relacionado con el sector minero, por lo cual esta estrategia no es aplicable.

	Estrategia	Vinculación
	16 Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros) a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	El Proyecto no está relacionado con la reconversión de industrias básicas, por lo que esta estrategia no es aplicable al Proyecto
	17 Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	El Proyecto no tiene relación con el escalamiento de las industrias manufactureras, por lo tanto esta estrategia no es aplicable al Proyecto
	19 Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	El Proyecto es congruente con esta estrategia, debido a que este será generador de energía limpia, permitiendo de esta manera la disminución del uso de combustibles fósiles y la emisión de gases de efecto invernadero.
	20 Mitigar el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	El Proyecto consiste en la generación de energía eléctrica limpia, la cual va a contribuir en la mitigación de las emisiones de efecto invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
Suelo Urbano y Vivienda.	24 Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio	La derrama económica generada por el Proyecto, favorecerá el desarrollo del municipio en donde este se inserta, propiciando de manera indirecta la mejoría en las condiciones de vida generales de la población.
Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25 Prevenir, mitigar y atender los riesgos naturales y antrópicos en acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno de manera corresponsable con la sociedad civil.	La naturaleza del Proyecto consiste en un parque fotovoltaico para la generación de energía eléctrica, por lo que no asistirá como eje rector actividades de atención a riegos que afecten al sector social.
	26 Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social y la articulación, instrumentación y	El Proyecto al consistir en un parque fotovoltaico para la generación de energía eléctrica, no tiene considerado de forma directa la instrumentación de programas y políticas públicas.

	Estrategia	Vinculación
	evaluación de políticas públicas, entre otras.	
Agua y saneamiento	27 Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	La derrama económica favorecerá al desarrollo de los municipios donde se inserta el Proyecto, propiciando indirectamente la mejora de servicios básicos a la población.
	28 Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	El Proyecto será generador de energía a partir de una fuente limpia, por lo que en su desarrollo no se verá afectado el recurso hídrico. Adicionalmente se tomarán medidas preventivas para prevenir impactos en la calidad del agua y al uso de agua, ya que mayormente se utilizará agua tratada. Estas medidas se abordan con mayor detalle en el Capítulo 6 del presente estudio.
	29 Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	
Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31 Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El Proyecto no contempla el mejoramiento de ciudades y zonas metropolitanas.
	32 Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	El Proyecto se va a instalar en una zona donde actualmente se realizan actividades agrícolas, sin embargo el establecimiento de un Proyecto para la generación de energías renovables es un impulso al desarrollo regional.
	35 Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	El Proyecto no está involucrado de forma directa en lineamientos para la seguridad en producción rural de la comunidad.
Desarrollo social	36 Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	Debido a la naturaleza del Proyecto, no tiene relación con el sector agroalimentario y no contempla el aprovechamiento de biomasa ni la aplicación de políticas alimentarias
	37 Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El Proyecto requerirá personal local para el desarrollo de diversas actividades a lo largo de su vida útil, por lo que contribuirá a incluir de manera directa o indirecta a algunos grupos vulnerables al sector económico-productivo, sin embargo la demanda más fuerte será en la etapa de construcción, durante la etapa de operación solo habrá una contratación de al menos 3 empleados encargados de las actividades de mantenimiento y monitoreo del Proyecto. Esta cifra podrá variar en función de los requerimientos de la etapa de operación y mantenimiento. Además, se estima que el Proyecto contará con personal de vigilancia, verificando la entrada del personal que

Estrategia		Vinculación	
		ingresa, la integridad del cercado perimetral y el estado general de las instalaciones.	
38	Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Dada la naturaleza del Proyecto, se requerirá personal local para el desarrollo de diversas actividades a lo largo de su vida útil, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, de esta manera se busca contribuir al desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	
39	Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	El Proyecto no tiene injerencia en el uso de los servicios de salud. Sin embargo, todos sus empleados serán contratados de acuerdo a las disposiciones legales en materia de seguridad social. Durante la etapa de construcción, de acuerdo a los requerimientos de la ley en materia de seguridad e higiene, la empresa cumplirá con los servicios médicos aplicables para los trabajadores.	
40	Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	El desarrollo del Proyecto no contempla de manera directa programas sociales para adultos mayores; sin embargo, se considera que de manera indirecta se mejorarán las condiciones de vida de este sector de la sociedad en consecuencia de la contratación de los trabajadores locales.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional			
Marco Jurídico	42	Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El Promovente realizará los contratos de compra-venta o arrendamiento necesarios con los propietarios de acuerdo al tipo de tenencia de la tierra. Se seguirán todos los procedimientos establecidos por la ley para la legal ocupación de la tierra.
	43	Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El Proyecto no tiene injerencia en el catastro rural.
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.	El Proyecto respetará y se alinearán con el ordenamiento territorial nacional, en todas sus etapas se dará cumplimiento con la normativa federal y estatal. Actualmente no existen ordenamientos estatales o municipales decretados.
Fuente: POEGT (7-09-2012)			

3.4.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son disposiciones generales de tipo técnico expedidas por dependencias de la administración pública federal. Su objetivo es establecer reglas, especificaciones, directrices y características aplicables a un producto, proceso o servicio. A continuación (Tabla 3.32), se presenta en la vinculación del Proyecto con las NOM aplicables.

Tabla 3.32. Normas Oficiales Mexicanas

Tema o factor ambiental	Norma Oficial Mexicana (NOM)	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
Aire	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	Las emisiones a la atmósfera provendrán de los vehículos y maquinaria pesada que funcionan con diésel o gasolina. El cumplimiento de esta NOM se garantizará requiriendo a los propietarios de los vehículos que realicen el mantenimiento preventivo y monitoreo de las emisiones de sus equipos, de tal forma que demuestren al Promoviente que no rebasan los límites máximos establecidos y en caso contrario, se realice el mantenimiento conveniente para corregir esta situación.
	NOM-045-SEMARNAT-2006, 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.	En los casos aplicables, se dará cumplimiento con el programa de verificación vehicular.
Ruido	NOM-080-SEMARNAT-1994 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	Cómo se mencionó anteriormente y como se describe en el Capítulo 6 del presente documento, los vehículos y maquinaria utilizados durante la preparación y construcción del Proyecto, se someterán a las medidas de mantenimiento de maquinaria. Esto contribuirá al cumplimiento de los niveles de ruido, establecidos en esta norma.
	NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	La supervisión de esta norma se aplicará para el caso de la Subestación Eléctrica que instalará el Promoviente, ya que el resto de los elementos del Proyecto no generan ruido por encima de los parámetros establecidos en esta norma. En caso de que sea aplicable, se realizará un monitoreo perimetral para asegurar el cumplimiento de los límites establecidos en la norma.
Recursos Naturales	NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental.- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su	El Promoviente implementará medidas de protección para las especies de fauna y flora que puedan estar listadas en la presente NOM, registradas en el AP. En el Capítulo 6 se incluyen los lineamientos para el rescate y

Tema o factor ambiental	Norma Oficial Mexicana (NOM)	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
	inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo	reubicación de fauna, especialmente dirigido al cuidado de especies incluidas en esta NOM.
Residuos Peligrosos	NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	<p>Todos los residuos generados en el Proyecto, durante la preparación del sitio y construcción, serán clasificados de conformidad con esta NOM, para determinar la forma de manejo que debe darse a cada uno de ellos y de acuerdo a su plan de manejo de residuos.</p> <p>La clasificación y manejo de los residuos peligrosos se hará de acuerdo con sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad al ambiente, radioactividad, inflamabilidad y actividad biológica y de acuerdo con lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y en la LGPGIR y su reglamento.</p> <p>Todos los residuos peligrosos generados, se almacenarán en contenedores adecuados a sus características de peligrosidad.</p> <p>Finalmente serán almacenados y se dispondrán por medio de empresas autorizadas para el manejo, transporte y disposición final.</p>
	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.	Los residuos generados por el Proyecto durante la etapa de preparación del sitio y construcción, serán clasificados de conformidad con esta NOM, para determinar la forma de manejo y confinamiento que debe darse a cada uno de ellos con respecto a su compatibilidad.
Residuos 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.	Los residuos generados en la fase de construcción y operación sean clasificados y manejados tal y como lo establece la NOM.
Emisiones y Transferencia de Contaminantes	NOM-165-SEMARNAT-2013, Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.	Se realiza un registro de emisiones y transferencia de contaminantes con base a las que deben de ser reportadas como estipula la NOM en la COA anual.

Tema o factor ambiental	Norma Oficial Mexicana (NOM)	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
Agua		<p>No se descargarán aguas residuales en cuerpos de competencia federal, ni en el sistema de alcantarillado municipal. Los efluentes generados por el Proyecto serán recolectados, tratados y dispuestos por medio de empresas autorizadas para ello; los cuales consisten en aguas sanitarias y serán dispuestas de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono esto será realizado por la empresa que provea los sanitarios portátiles; b) en la operación por la empresa responsable de la fosa séptica o el baño con biodigestor. <p>Por lo que no es aplicable ninguna norma en materia de agua.</p>

3.5. *ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA*

Las áreas ambientalmente sensibles son aquellas áreas del territorio que, por su especial valor ambiental y fragilidad, son susceptibles de un mayor deterioro ambiental. Dentro este tipo de áreas se pueden nombrar:

- Áreas Naturales Protegidas (federales, estatales o municipales).
- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.
- Regiones Hidrológicas Prioritarias.
- Regiones Terrestres Prioritarias
- Sitios Ramsar.

3.5.1. *Áreas Naturales Protegidas*

El Proyecto no incide en ninguna ANP ni su área de influencia, sin embargo, se presentan a continuación las distancias con las ANP más cercanas al área del Proyecto (Tabla 3.33 y Figura 3.2).

Tabla 3.33. *Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto*

Tipo	Nombre	Categoría de decreto	Distancia al Proyecto
Federal	Cofre de Perote	Parque Nacional	18 km
Estatal	San Juan del Monte	Área Verde Reserva para la Educación Ecológica	32 km

Fuente: ERM, 2018

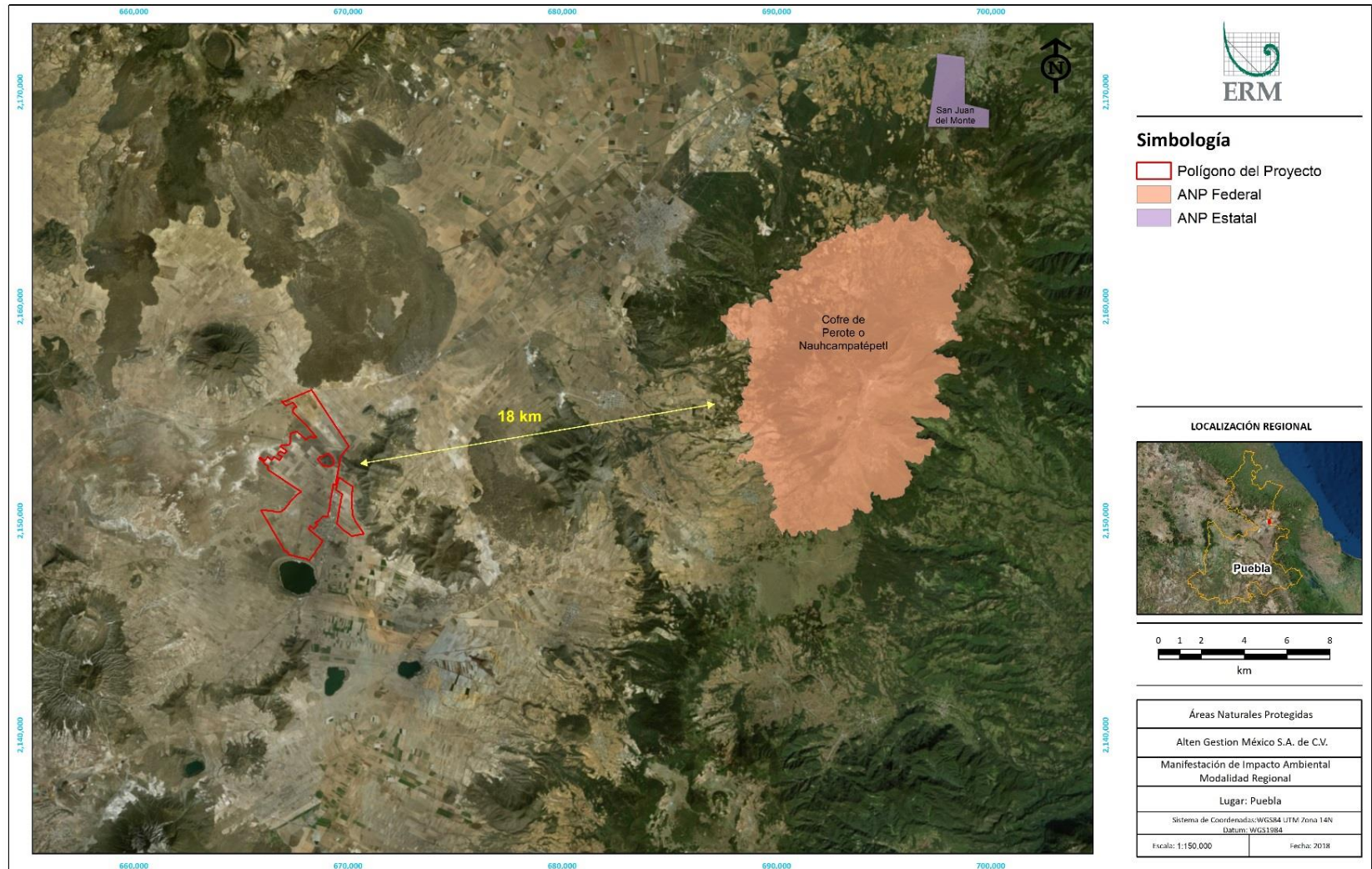


Figura 3.2 *Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto*

Fuente: ERM con información de CONABIO, 2017

3.5.2. *Regiones Hidrológicas Prioritarias*

El Proyecto está dentro de la Región Hidrológica Prioritaria No. 70 Cuenca Oriental (Figura 3.4); esta región comprende partes de los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz, tiene una extensión de 4,958.60 km².

Los tipos de vegetación en esta región son matorral xerófilo, bosques de pino, de encino, de pino-encino, de oyamel, matorral de coníferas, matorral con isotes, vegetación halófila, pastizal natural; comunidades de peces, anfibios e invertebrados.

En cuanto a la economía, en esta región las pesquerías de charales, ciprínidos, ajolotes, acociles y el crustáceo *Cambarellus montezumae* han sido mermadas por problemas de desecamiento del lago Totolcingo. Se llevan a cabo la agricultura de temporal y de riego, acuacultura y captación de agua. Hay presencia de recursos de energía geotérmica.

Las problemáticas a las que se enfrenta esta RHP son:

- Modificación del entorno: vegetación original removida para agricultura, tala forestal, pastoreo, quema, construcción de carreteras, desecamiento y sobreexplotación de agua para uso urbano. Problemas de erosión hídrica y eólica, así como de salinización de los suelos y del agua.
- Contaminación: por basura, detergentes y agroquímicos.
- Uso de recursos: especies introducidas de carpas dorada *Carassius auratus* y común *Cyprinus carpio* y de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*.
- Conservación: la región tiene un alto impacto debido a la agricultura y al pastoreo intenso, la explotación de acuíferos y el cultivo de peces exóticos. Comprende parte del Parque Nacional La Malinche.

El Proyecto, que consiste en un parque fotovoltaico va a contribuir a la conservación de esta RHP y a la disminución de sus problemáticas, debido a que al estar ubicado sobre campos agrícolas que serán removidos para dar cabida al mismo, el suelo y el agua dejarán de ser perturbado con agroquímicos y se aplicarán medidas específicas para mitigar el impacto y contribuir a la conservación del suelo y reducir la erosión.

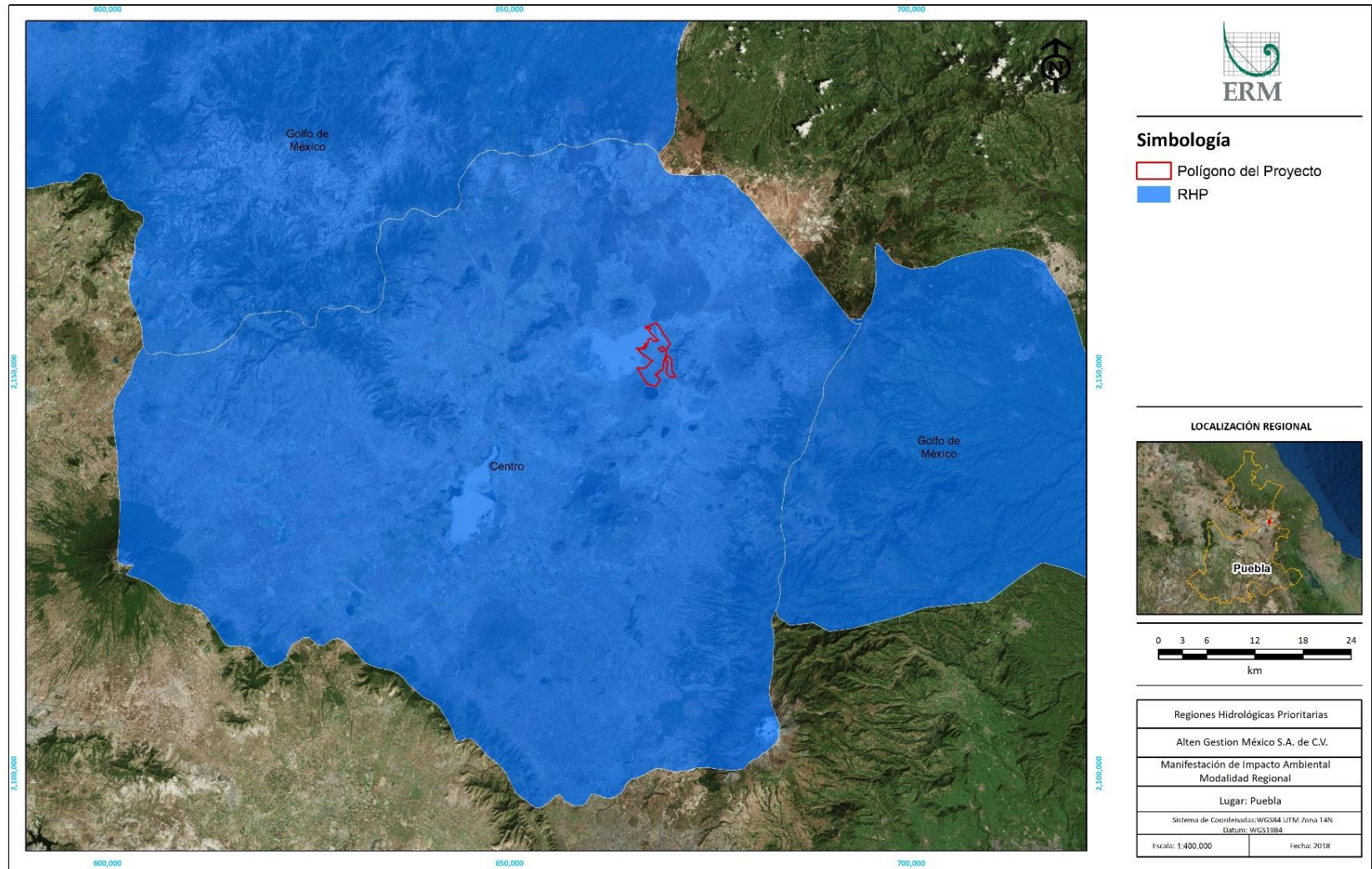


Figura 3.3 *Ubicación de Regiones Hidrológicas Prioritarias en relación al área del Proyecto*

Fuente: ERM, 2018

3.5.3. *Regiones Terrestres Prioritarias*

El Proyecto no se encuentra dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria (RTP). Las RTPs más cercanas son las No. 122 Pico de Orizaba- Cofre de Perote y No. 106 La Malinche, las cuales se encuentran aproximadamente a 66m y 57km, al este y suroeste del Proyecto, respectivamente (Figura 3.4).

En la región No. 122 se encuentran matorrales, bosques de coníferas y zacatonales alpinos. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región son agricultura, pecuario y forestal, bosque de pino, bosque mesófilo de montaña, bosque de oyamel y otros.

La problemática ambiental a la que se enfrenta esta región es principalmente el incremento de la frontera agrícola, la deforestación, el pastoreo y la quema.

Por otra parte, en la región No. 106 se encuentran principalmente bosques de coníferas. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región son agricultura, pecuario y forestal, bosque de pino y otros.

La problemática ambiental se debe principalmente a la apertura de zonas agrícolas en la porción sur del piedemonte.

El Proyecto estará ubicado sobre campos agrícolas que serán removidos para dar cabida al mismo, por lo que al desarrollarse en este sitio se contribuye a la preservación de otros lugares más conservados dentro de esta RTP.

Adicionalmente, no se realizarán más actividades de pastoreo en esta área.

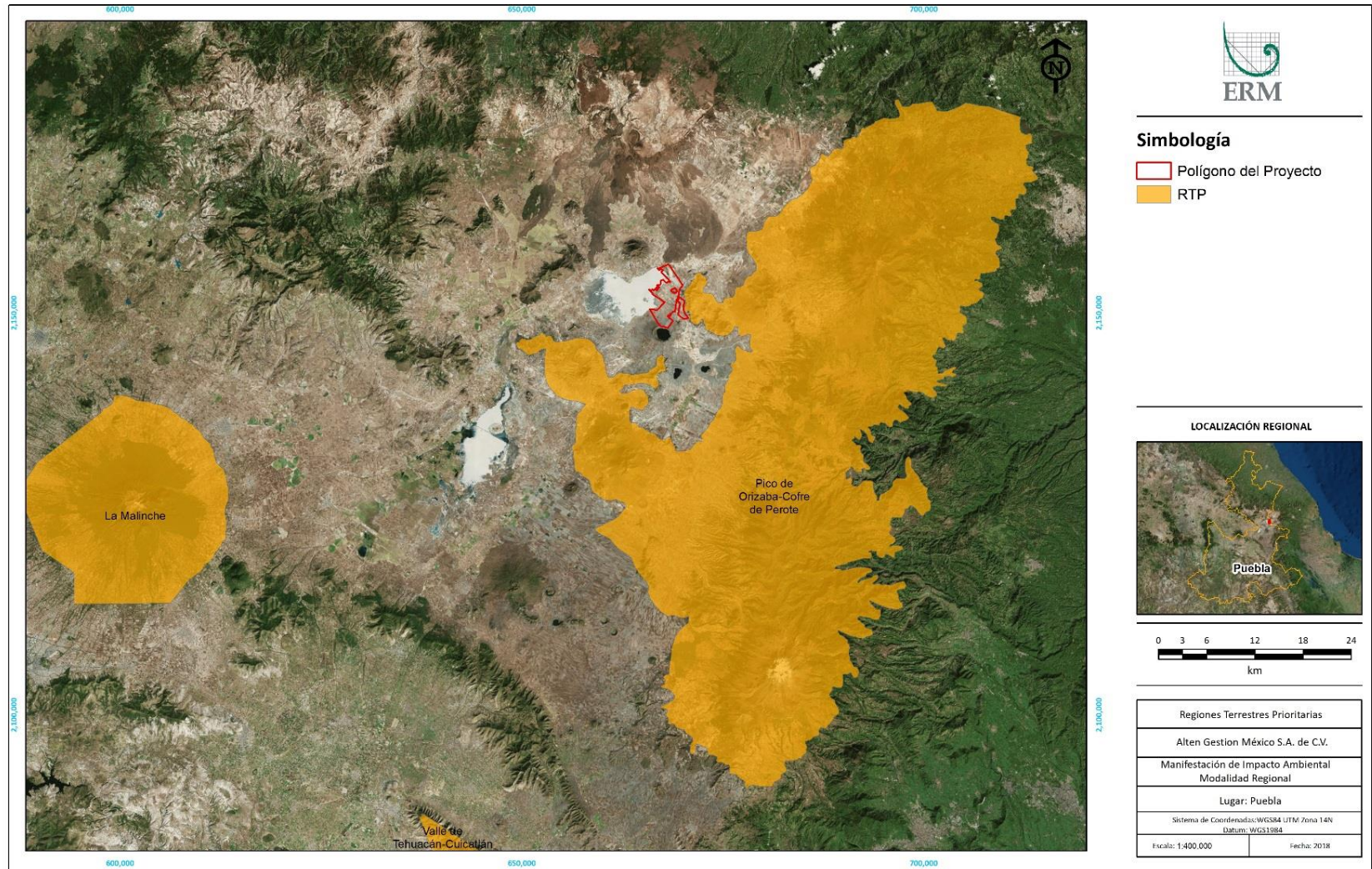


Figura 3.4 *Ubicación de Regiones Terrestres Prioritarias en relación al área del Proyecto*

Fuente: ERM, 2018

3.5.4. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)*

El Proyecto no se encuentra dentro de ningún AICA; sin embargo, al Este del área del Proyecto, aproximadamente a 76 m se encuentra el AICA No. 150 denominada “Centro de Veracruz”.

Adicionalmente, aproximadamente a 26 km al Noreste del área del Proyecto se encuentra el AICA No.251 “Bosques Montanos de Zacapoaxtla y Zautla”. A 45 km al Norte del área del Proyecto se encuentra el AICA No. 38 “Cuetzalan”; y a 50 km al Sureste se encuentra el AICA No. 148 “Río Metlac”.

El área del Proyecto tiene actualmente uso agrícola y no representa, por ende, una zona relevante para el tránsito o hábitat de aves.

3.5.5. *Sitios RAMSAR*

El Proyecto se encuentra ubicado a 34 km del sitio Ramsar “Cascadas de Texolo” y a 76 km de la Presa de Atlangatepec. La cascada de Texolo se localiza en el municipio de Xico, en la zona centro del estado de Veracruz, México y prácticamente sobre las estribaciones Orientales del Volcán Parque Nacional Cofre de Perote. Pertenece a la provincia del Eje Neovolcánico Transversal.

La cascada de Texolo es un humedal rodeado de bosque mesófilo de montaña. Este ecosistema mantiene una gran biodiversidad y es sumamente importante por los servicios ambientales que proporciona a los asentamientos humanos vecinos (Williams-Linera, et al. 2002). Además, el bosque mesófilo de montaña cuenta con mayor número de especies de mamíferos que cualquier otro tipo de bosque (95 especies) (Fa y Morales, 1993) y una alta tasa de endemismo de plantas (30% de las especies), reptiles (39%), anfibios (33%), aves (71%) y mamíferos (53%) (Flores-Villela y Gerez, 1998).

La presa de Atlangatepec se localiza en el estado de Tlaxcala, municipio de Atlangatepec. Aproximadamente a 28 Km. de la ciudad de Tlaxcala y a 10 Km de Tlaxco. La presa de Atlangatepec es un humedal que recibe los afluentes de una gran cantidad de arroyos que desembocan en él, siendo el afluente principal el Río Zahuapan. Cuenta con una gran diversidad de especies de fauna y flora. Se tienen registradas 125 especies de aves asociadas al humedal. Durante el invierno la diversidad de especies se incrementa al ser utilizado por miles de anátidos y otras especies de aves acuáticas.

El área del Proyecto se encuentra ubicada en una zona destinada a actividades agrícolas, por lo que de antemano no representa perturbación para los sitios Ramsar estipulados.

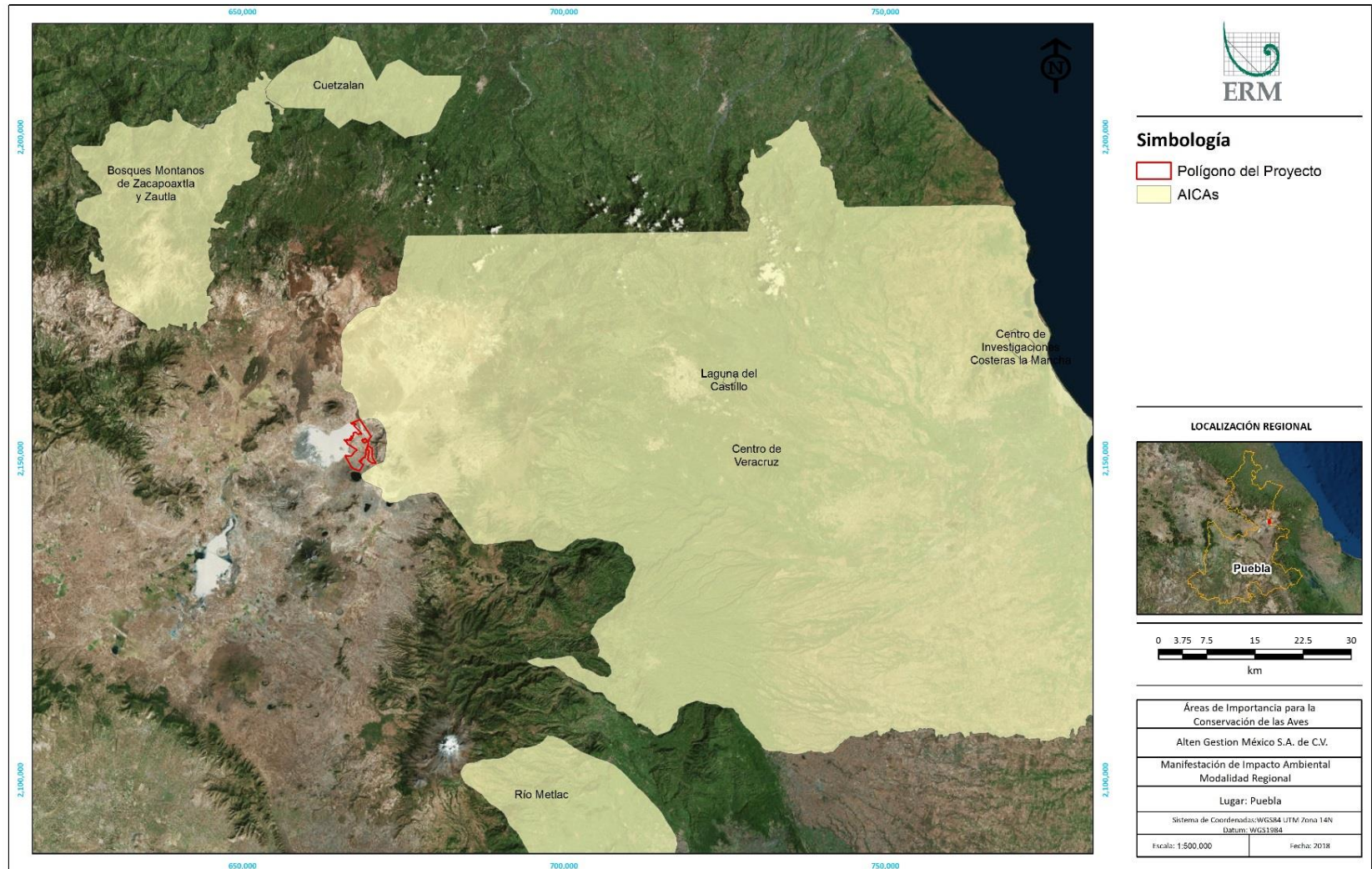


Figura 3.5 AICA Centro de Veracruz en la que incide el Área del Proyecto

Fuente: ERM con información de CONABIO, 2015

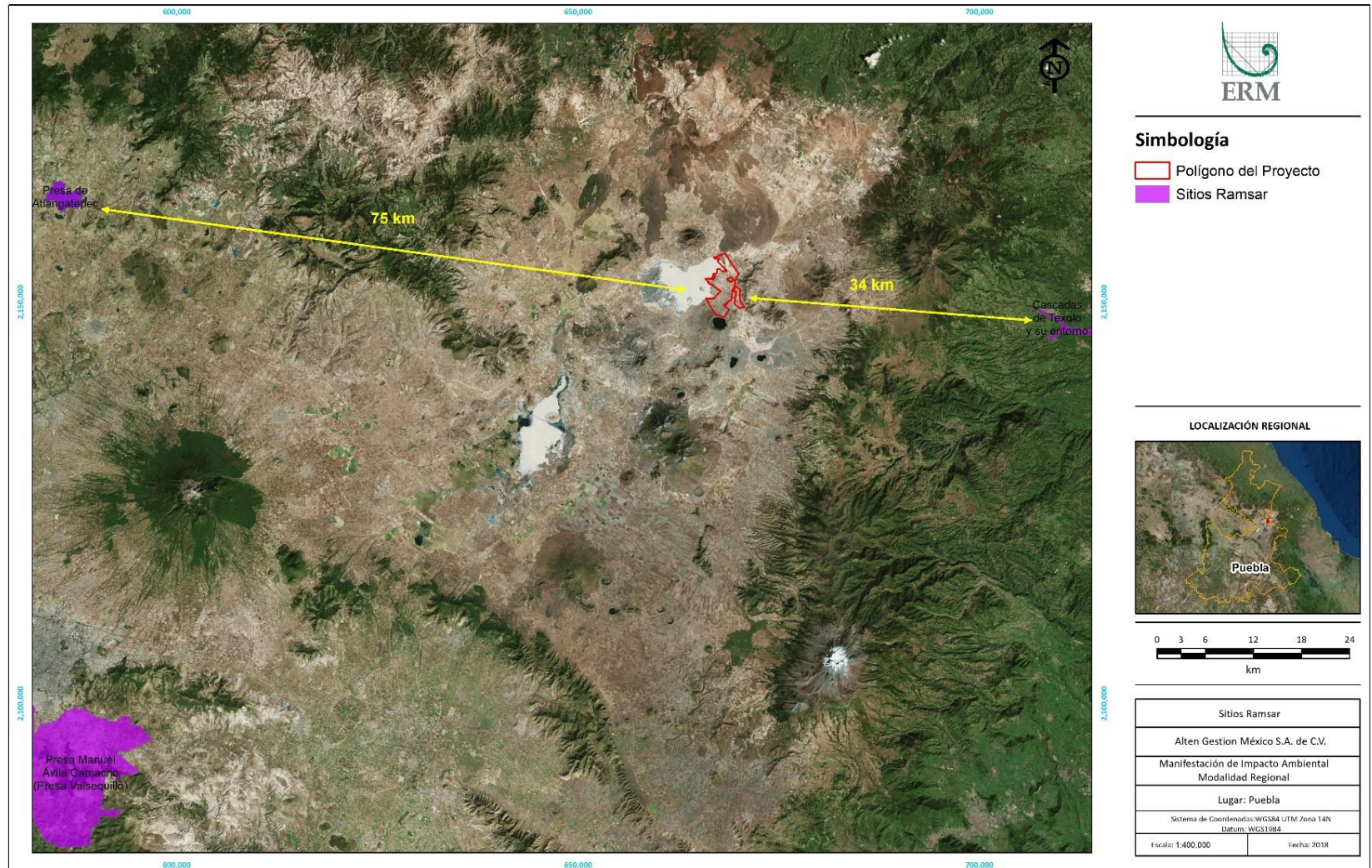


Figura 3.6 Sitios RAMSAR cercanos al Proyecto

Fuente: ERM con información de CONABIO, 2015

4. **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN**

4.1 **DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO**

El Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto fue delimitado empleando cartas topográficas de INEGI (E14B35 y E14B25) y el software ArcGIS®.

El primer criterio a considerar en la delimitación del SAR es el ordenamiento territorial; sin embargo, no existe un ordenamiento decretado para la zona donde se encuentra el Proyecto. Dado lo anterior, se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

- 1) **Rasgos fisiográficos (microcuencas)**
- 2) **Usos de suelo**

El SAR delimitado posee un área de 379.51 km², comprende el municipio de Tepeyehualco en el estado de Puebla y, en menor medida, los municipios de Guadalupe Victoria, Libres, Lafragua y Perote, este último ubicado en el estado de Veracruz.

El SAR es accesible a través de la carretera federal 140 (San Hipólito-Xalapa), y de la carretera estatal 2 (San Luis Atexcac-Guadalupe Victoria) (INEGI, 2011), e incluye a las localidades urbanas de San Antonio Limón, San José Alchichica (Totalco) y Guadalupe Victoria ubicadas en el mismo orden de norte a sur del polígono. El área forma un gran valle que se denomina dependiendo de sus límites como el Valle de Perote o la Cuenca Libres-Oriental. En la **Error! Reference source not found.** se muestra el polígono del SAR y su posición respecto al área del proyecto (AP). El AP se encuentra a 90 km al noreste de la ciudad de Puebla y tiene una superficie de 1,726 ha, lo que corresponde al 4.55% del SAR. La ubicación geográfica del SAR permite que existan varios tipos de climas y vegetación, que debido a la condición topográfica de valle y la aptitud del suelo ha sido fuertemente fragmentada para realizar actividades agropecuarias (Ochoa-Martínez, et al., 2017).

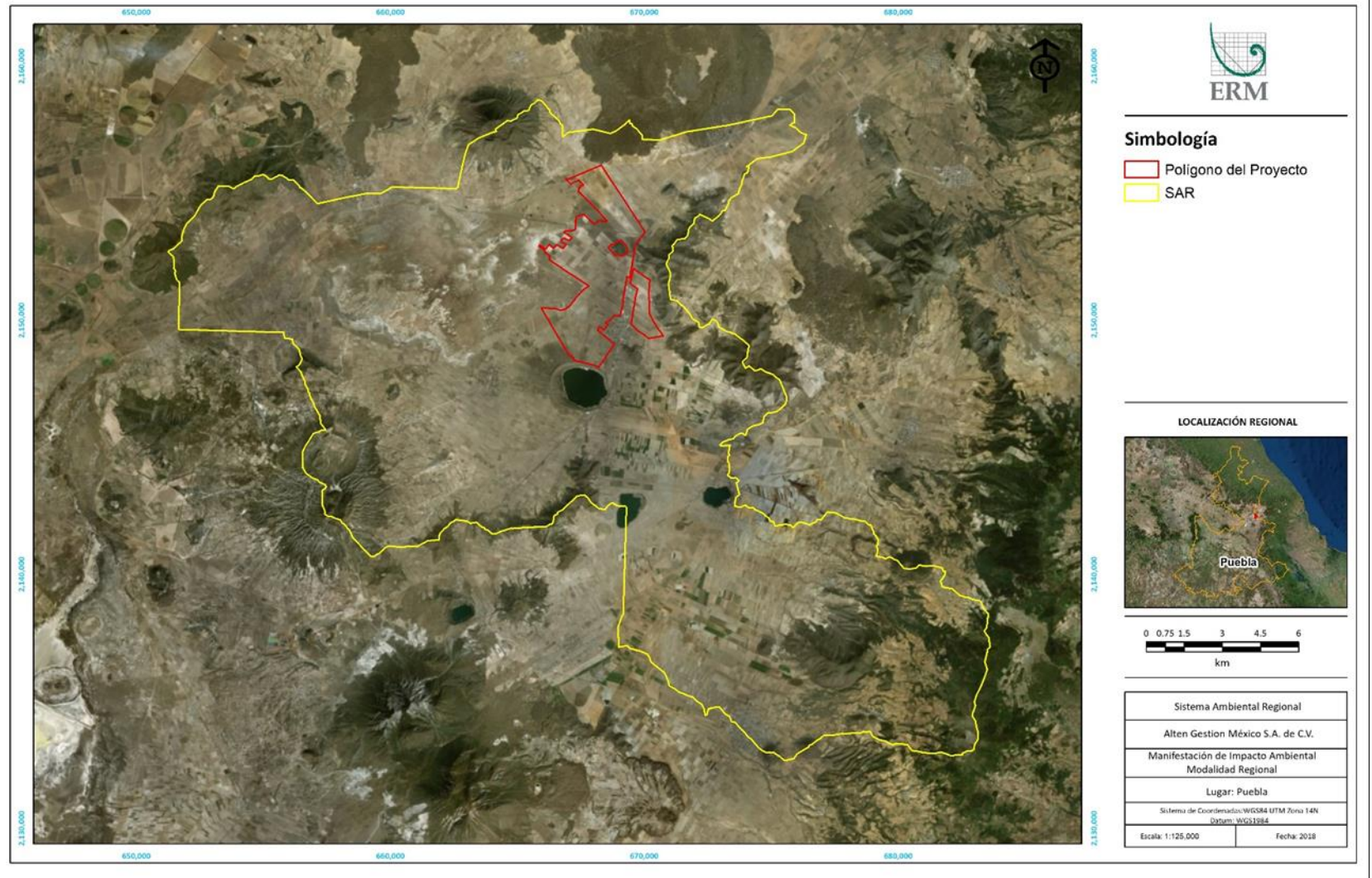


Figura 4.1 Ubicación del SAR

Este apartado tiene por objetivo caracterizar la calidad ambiental del SAR, se describen los principales componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos que inciden en su estructura y su funcionamiento. En este análisis deben identificarse y describirse las tendencias de desarrollo y/o de deterioro que registra el SAR y que pudieran haber incidido en la calidad ambiental que registra actualmente.

El análisis antes citado y sus resultados deberán traducirse en la determinación del estado “cero” o “estado sin proyecto” de dicho SAR, mismo que será fundamental para desarrollar los tres capítulos siguientes de la MIA (identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales del sistema ambiental regional; estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional y pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas).

4.2.1

Medio abiótico

El SAR se encuentra en la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico Transversal, la cual se caracteriza por el vulcanismo reciente (Cuaternario), que da un gradiente altitudinal amplio generando condiciones altamente variables de climas, geofomas y vegetación. El clima dominante es semiárido, llegando a templado subhúmedo en las zonas montañosas al Norte del SAR. La forma dominante es de planicie o llanura, compuesta por aluvión y con presencia de múltiples cuerpos de agua. Algunos de estos cuerpos de agua se encuentran dentro de mares, formas volcánicas de antiguos conos que tras una explosión violenta forman amplios cráteres con laderas bajas. En estas zonas los suelos suelen no estar desarrollados, por lo que se presentan Leptosoles y Regosoles, sobre los que se desarrolla agricultura. Donde existen cuerpos de agua secos (como El Salado), la precipitación de sales ha dado origen a suelos salinos (Solonchacks), sobre los que se desarrolla el pastizal halófilo. Las zonas altas están compuestas por rocas volcánicas básicas (basaltos principalmente), formando mesetas, laderas y lomeríos con cubierta de matorral desértico rosetófilo y bosque de tásate en las zonas semiáridas, y bosques de pino en las zonas templadas. Se estima una alta erosión eólica y una baja infiltración de agua al acuífero, lo cual es típico para zonas semiáridas con baja cobertura vegetal.

4.2.1.1

Clima

De acuerdo a los datos de CONABIO (García & Conabio, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 1998) basados en la clasificación de García (1964), el SAR se presenta en una transición de los climas semiáridos (BS) de los Llanos de San Juan a los templados (C) correspondientes a la zona de Perote. La mayor parte de la superficie corresponde a dos climas secos; semiárido

y árido presentes en el norte del área. Mientras que los climas templados se sitúan al sureste del área definida (Tabla 4.1, Figura 4.2).

Tabla 4.1 *Tipos de climas encontrados en el SAR*

Clave	Características	Superficie del SAR (Ha)	Porcentaje del SAR %
BS₁(kw)	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.	21,868.6	57.6
BS₀kw	Árido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C.	9,665.05	25.47
Cb'(w₂)	Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C (CONAPRED-SEDESOL, 2012) (Alcocer, et al., 2004) (Sistema Meteorológico Nacional, 2018), temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	2,449.13	6.45
C(w₀)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	3,251.56	8.57
C(w₁)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	717.04	1.89
Total		37,951.43	100.00

Fuente: García-CONABIO, 1998

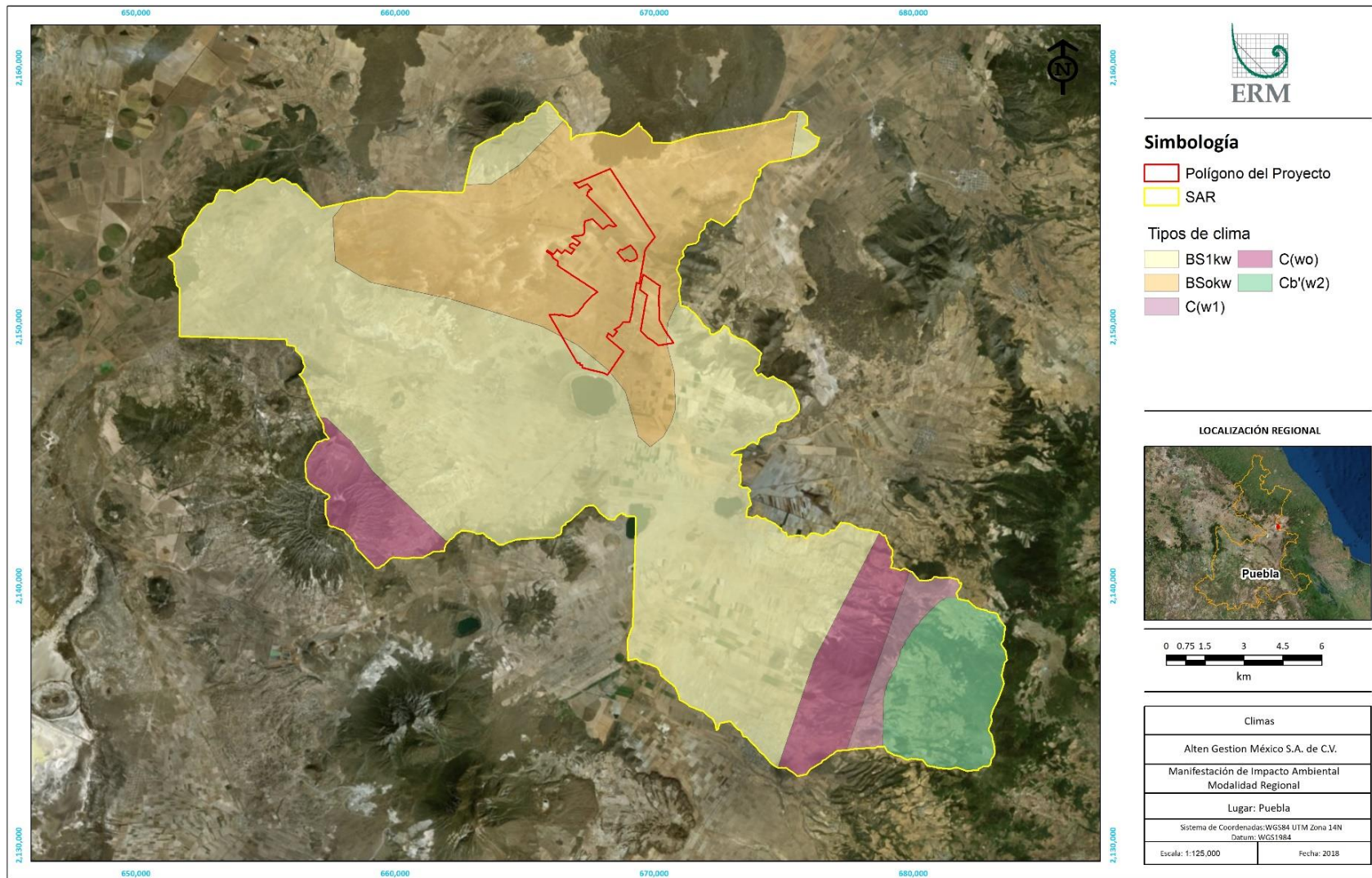


Figura 4.2 Tipos de Climas presentes en el SAR y Proyecto

4.2.1.2

Fenómenos climatológicos

El atlas de riesgo municipal del estado de Puebla únicamente posee el análisis del municipio de Guadalupe Victoria. Se reportan eventos de granizadas fuertes que han dañado techos de vivienda en los años 2005, 2007, 2009 y 2010, estas lluvias intensas están asociadas a huracanes o nortes provenientes del Golfo de México. Por la mayor parte del año la formación geológica del Cofre de Perote representa una barrera que impide al valle la entrada de los vientos cálidos del Golfo (Ochoa-Martínez, Morales-Martínez, & Tapia-Santos, 2017) En los meses finales de cada año es frecuente la presencia de heladas provocadas por las bajas temperaturas las cuales pueden provocar la pérdida de cultivos y afectaciones generales a la población.

Alcocer *et al.* (2004) reportan que la zona de la cuenca Oriental de Puebla presenta características climáticas que la hacen altamente susceptible a la sequía y desertificación, ya que en esta zona existe una escasez de agua superficial debido a la condición árida de la zona y al material litológico tipo cinerítico de edad reciente, que provoca que sea altamente permeable. Se anexa en la figura x la gráfica realizada por Ochoa *et al.* (2017) donde se puede observar la frecuencia de diferentes eventos extremos en el Valle de Perote.

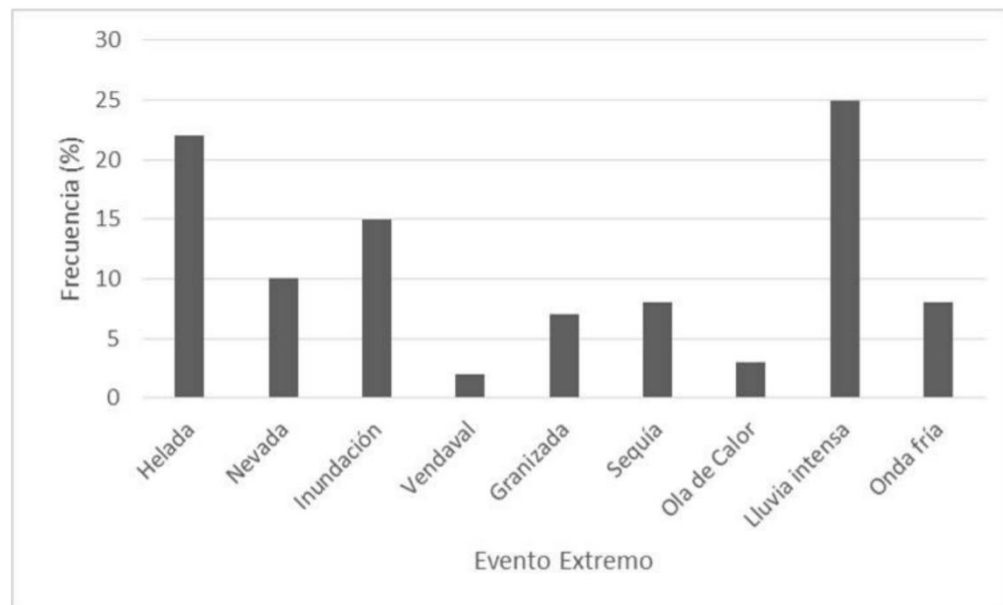


Figura 4.3. Frecuencia de eventos extremos meteorológicos en el Valle de Perote de 1970 al 2015. Fuente: Ochoa *et al.* 2017

4.2.1.3 *Temperatura*

Las estaciones del Sistema Meteorológico Nacional que se encuentran dentro del SAR se enlistan en la **Error! Reference source not found.** (Sistema Meteorológico Nacional, 2018).

Tabla 4.2 *Estaciones meteorológicas dentro del SAR*

<i>No.</i>	<i>Estación</i>	<i>Año</i>	<i>Altura (msnm)</i>	<i>Estado</i>
00021052	Alchichica	1951-2010	2,343	Puebla
00030366	Frijol colorado	1951-2010	2,354	Veracruz
00030198	Zayaleta	1951-2010	2,350	Veracruz
00021040	Guadalupe Buenavista	1951-2010	2,360	Puebla

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, Conagua (2018)

La temperatura media anual en las cuatro estaciones varía de 13°C a 14.3 °C. En una de las estaciones se registran temperaturas bajo cero durante los primeros meses del año, mientras que la temperatura máxima registrada es de 25.8° C (Tabla 4.3).

Tabla 4.3 Parámetros de temperatura máxima, mínima y media (°C) en las estaciones meteorológicas dentro del SAR

	Alchichica			Frijol colorado			Zayaleta			Guadalupe Buenavista		
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media
ENE	19.8	0.3	10	19.1	3.6	11.3	20.8	-2.5	9.1	21.9	1.2	11.6
FEB	20.9	1.5	11.2	19.8	4.5	12.2	22	-1	10.5	23	2.5	12.8
MAR	23.2	3.7	13.5	21	5.9	13.5	24.6	1.3	12.9	24.7	4.6	14.7
ABR	24.5	6.2	15.3	22.4	7.1	14.8	25.8	3.8	14.8	25.8	6.4	16.1
MAY	24.3	7.7	16	22.8	8.2	15.5	25.5	5.3	15.4	26.1	7.3	16.7
JUN	22.4	9	15.7	21.8	9.1	15.4	23.8	6.9	15.3	24.6	8.2	16.4
JUL	21.7	8.5	15.1	20.9	8.5	14.7	22.8	6.7	14.8	23.3	7.6	15.5
AGO	21.8	8.6	15.2	20.8	7.9	14.3	23	6.4	14.7	23.2	7.8	15.5
SEP	21	8.7	14.8	20.5	7.8	14.1	22.1	7	14.6	22.8	7.8	15.3
OCT	20.5	6.3	13.4	19.6	6.4	13	21.8	4.2	13	22.3	5.4	13.9
NOV	20.2	2.8	11.5	19.5	5.2	12.4	21.3	0.2	10.8	22.1	3.3	12.7
DIC	19.9	1	10.4	18.9	4.5	11.7	20.9	-1.6	9.7	21.4	1.5	11.5
<i>T media anual</i>	13.51			13.58			12.97			14.39		

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, Conagua (1951-2010)

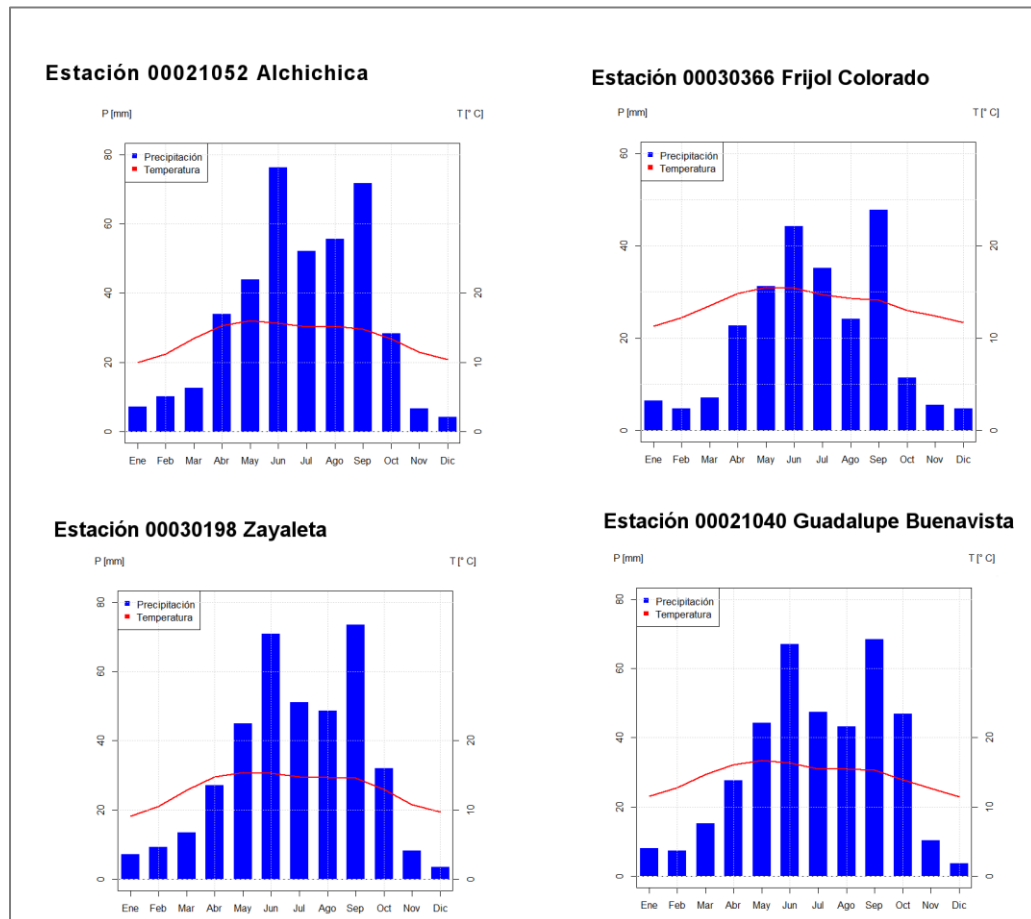


Figura 4.4 *Climogramas de las cuatro estaciones dentro del SAR*

Como se observa en la Figura 4.4 las temperaturas altas se presentan en los meses de abril a septiembre, bajando en los meses invernales.

4.2.1.4 *Precipitación*

La precipitación promedio anual en las cuatro estaciones climatológicas dentro del SAR varía de los 245 a los 403 mm anuales (Tabla 4.4). En la Figura 4.4 puede observarse la estacionalidad a la que está sujeta el Sistema ambiental. Los meses más húmedos son los que corresponden a verano y otoño. Aún con este patrón fluvial cabe destacar que la precipitación total anual del lugar es muy baja, confirmando el estado árido o seco de la región, no obstante, destaca que la estación de Alchichica es la que presenta el valor mayor de precipitación total de las cuatro estaciones analizadas.

Tabla 4.4 *Precipitación promedio total anual presentadas en las estaciones meteorológicas dentro del SAR*

<i>Mes</i>	<i>21052. Alchichica</i>	<i>30366 Frijol colorado</i>	<i>30198 Zayaleta</i>	<i>21040 Guadalupe Buenavista</i>
ENE	7.3	6.4	7.2	8.1
FEB	10.1	4.8	9.3	7.4
MAR	12.7	7.1	13.5	15.2
ABR	34	22.7	27.2	27.6
MAY	44	31.2	44.9	44.3
JUN	76.3	44.2	70.8	66.9
JUL	52.1	35.2	51	47.4
AGO	55.6	24.2	48.7	43.3
SEP	71.7	47.8	73.4	68.4
OCT	28.3	11.4	32.1	46.8
NOV	6.7	5.6	8.2	10.3
DIC	4.2	4.8	3.6	3.7
Precipitación total	403	245.4	389.9	389.4

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, Conagua (1951-2010)

4.2.1.5 *Evaporación*

El parámetro de precipitación anual resulta típicamente bajo, característico de los climas áridos y secos. Adicionalmente en las cuatro estaciones climatológicas se presentan valores altos de evaporación (Tabla 4.5), se ha reportado que en la Cuenca Oriental con climas áridos presentan una evaporación anual de más de 1600 mm y una entrada de precipitación menor a los 500 mm (Alcocer, Escolero, & Marín, 2004). Aunque estos datos indican un fuerte déficit de agua debido a la evaporación (Figura 4.5), la composición de las rocas y sedimento permiten la rápida infiltración de los aportes hídricos hacia el subsuelo (Arredondo-Figueroa, Borrego-Enriquez, Castillo-Domingez, & Valladolid-Ladero, 1983).

Tabla 4.5 *Evaporación media total en las estaciones meteorológicas dentro del SAR*

<i>Mes</i>	<i>21052. Alchichica</i>	<i>30366 Frijol colorado</i>	<i>30198 Zayaleta</i>	<i>21040 Guadalupe Buenavista</i>
ENE	118.8	154.2	136	151.4
FEB	135	145.8	146.7	162
MAR	185	164.8	189.6	204.1

<i>Mes</i>	<i>21052. Alchichica</i>	<i>30366 Frijol colorado</i>	<i>30198 Zayaleta</i>	<i>21040 Guadalupe Buenavista</i>
ABR	181.9	162	185.6	189.9
MAY	176.5	164.9	181	185.7
JUN	147.8	141.4	159.3	162.1
JUL	145.4	158.3	161	171.2
AGO	141.3	154.5	159.1	169.1
SEP	118.5	147.1	138.1	143.4
OCT	119.9	156	140.8	144.9
NOV	110.7	152.9	129.1	138.6
DIC	108.8	150.8	126.1	141.3
Evaporación total	1689.6	1852.7	1852.4	1963.7

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, Conagua (1951-2010)

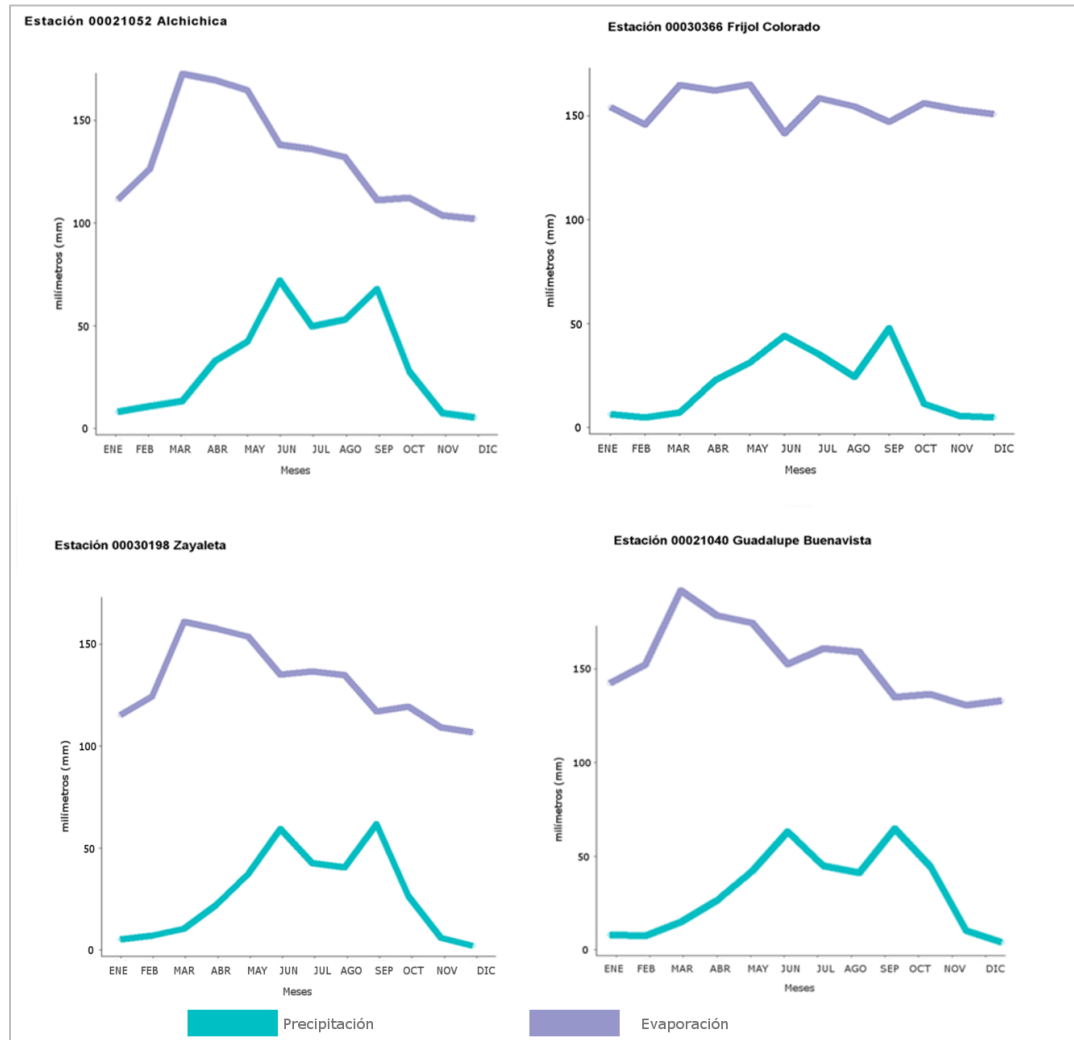


Figura 4.5 *Valores medios de evaporación y precipitación en las cuatro estaciones dentro del SAR*

4.2.1.6 Vientos

Se emplearon los datos de la Estación Meteorológica Automática Perote en Veracruz del año 2014, que pertenece a la Red Meteorológica del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2014), y presenta datos completos para un año. Como se observa en la Figura 4.6 los vientos dominantes son hacia el NE con una velocidad promedio de 0.5 nudos. Mientras que estacionalmente los vientos más fuertes se presentan en verano y otoño (

Figura 4.7).

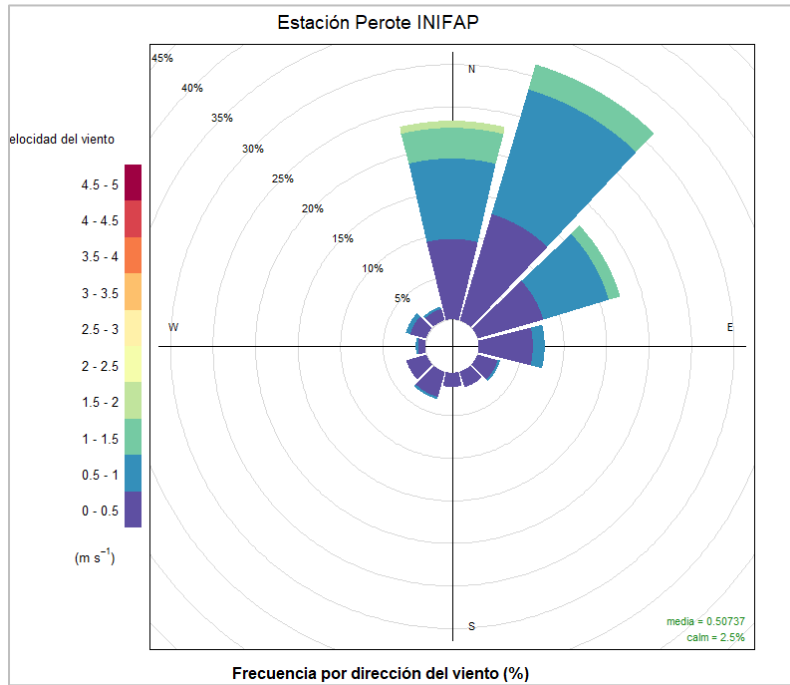


Figura 4.6. Distribución anual (2014) de la dirección del viento en la Estación Meteorológica Automática (EMA) Perote en Veracruz

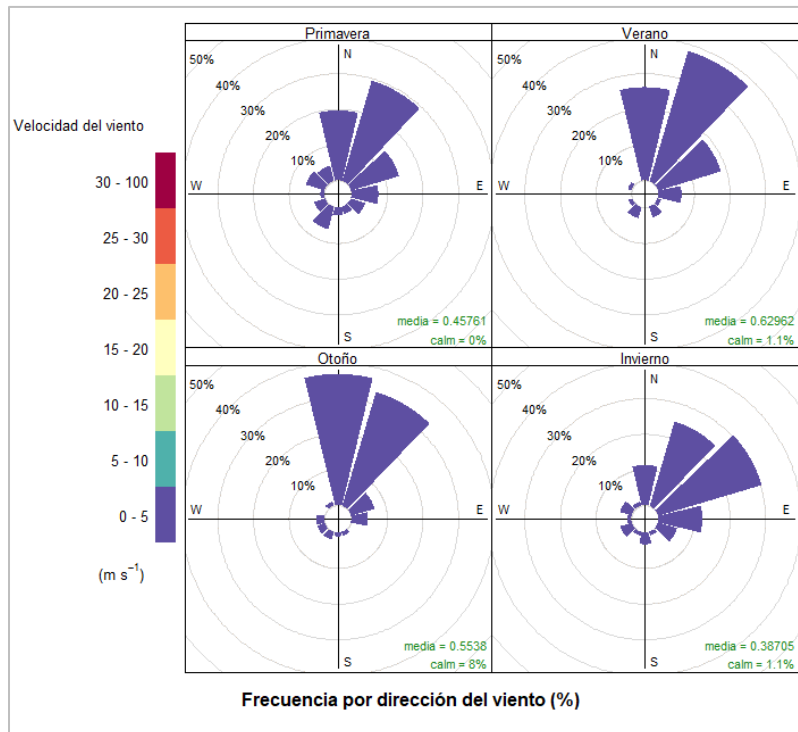


Figura 4.7 Distribución estacional de la dirección del viento en la Estación Meteorológica Automática (EMA) Perote en Veracruz

4.2.1.7

Geología y Geomorfología

Fisiográficamente, la cuenca Libres-Oriental y el SAR se localizan dentro de la Provincia fisiográfica Eje Neovolcánico; ésta se extiende en dirección este-oeste, a la altura de los paralelos 19°O y 20° N. Representa una faja volcánica asociada a diversas fallas y fracturas. Se compone de una cadena de sierras, volcanes y lomeríos que se distinguen por la acumulación de lava, brechas y cenizas volcánicas (INEGI, 2010). Específicamente, el SAR se enclava en la Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. La anterior se extiende de norte al este de la faja transmexicana. Limita al norte con las Subprovincias Carso Huasteco y Chiconquiaco; al este se prolonga hacia el estado de Veracruz y al sur con las Subprovincias Sierras Orientales, Sur de Puebla y Sierras y Valles Guerrerenses. En ella se localizan las tres mayores elevaciones del país: Citlaltépetl o Pico de Orizaba, que es compartido con el estado de Veracruz, Popocatepetl e Iztaccíhuatl, que forman parte de un sistema de topofomas denominado sierra volcánica con estratovolcanes (CONABIO, 2011).

Dentro de esta subprovincia se forma una región conocida como los Llanos de San Juan o Cuenca Oriental, que comprende los estados de Tlaxcala, Puebla y Veracruz (Figura 4.9). Esta es una cuenca endorreica de aproximadamente 4,983 km² localizada en el sureste del altiplano mexicano, se extiende hasta las poblaciones de Rafael Lara Grajales, Soltepec, Tlachichuca, Guadalupe Victoria y Tepeyahualco.

La cuenca Libres-Oriental es una depresión limitada hacia la parte oriental por una cadena de estratovolcanes andesíticos que incluyen al cofre de Perote y al Citlaltépetl, hacia el sur está limitada por la Sierra de Sotitelpec, de rocas sedimentarias del mesozoico y al occidente por el cerro La Malinche (CARRASXONUÑEZ). Geológicamente resalta sus cráteres de explosión fratomagmática y estructuras maar, incluyendo anillos de toba.

El basamento regional se compone de rocas calizas del Cretácico y pizarras (RODRIGUEZ ET AL). Dicho basamento sufrió una intrusión por rocas granodioríticas de composición cienítica durante el Oligoceno y Mioceno

El material geológico que forma esta cuenca se conforma de depósitos aluviales y lacustres, material piroclástico y derrames lávicos con posterior fracturamiento. En las partes bajas de la cuenca prevalecen las rocas sedimentarias, mientras que las rocas volcánicas predominan en el resto de la misma. En general, estos materiales son de alta permeabilidad, aunque existen algunos horizontes poco permeables. En la porción sur de la cuenca, la parte inferior del acuífero está formada por calizas arrecifales de la formación Orizaba (Figura 4.8).

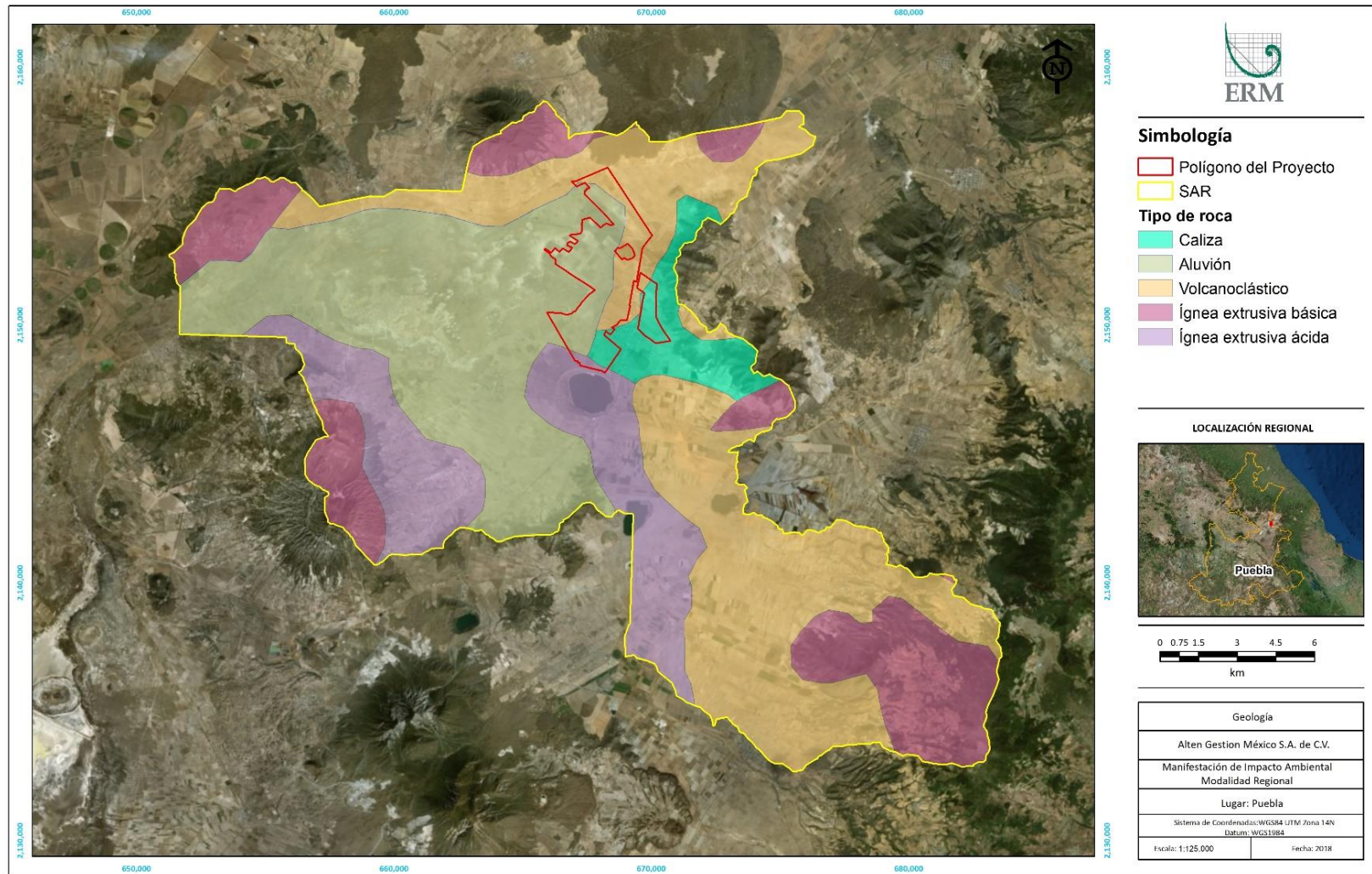


Figura 4.8 Geología del SAR

Características Litológicas del Área

La litología en el área de estudio comprende diferentes tipos de rocas ígneas extrusivas y sedimentarias. De acuerdo a los datos obtenidos de la carta geológica, escala 1:250,000 del INEGI (2010), las rocas presentes en el SAR datan del Cuaternario (Cenozoico). En la Tabla 4.6 se describen los tipos de roca presentes en el SAR.

Tabla 4.7 *Tipos de roca en el SAR*

<i>Clave</i>	<i>Tipo</i>	<i>Superficie del SAP (Ha)</i>	<i>Porcentaje del SAP %</i>
Q(s)	Caliza	1,819.52	4.8
	Aluvión	11,265.66	29.7
	Volcanoclástico	12,196.8	32.14
Q(lgea)	Ígnea extrusiva ácida	6,113.37	16.11
Q(lgeb)	Ígnea extrusiva básica	6,193.4	16.32

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía , 2013

En general la Cuenca Oriental puede definirse como una planicie cubierta por cuerpos de agua temporales y someros, rodeada por montañas con una cota media de 2,300 msnm (CONABIO, 2011; Can-Chulim, Ortega-Escobar, García-Calderón, Reyes-Ortigoza, , & et al. , 2011; Alcocer, Escolero, & Marín, 2004). Gran parte del SAR y la totalidad del Proyecto se encuentran dentro de un relieve plano o llanura, el cual está rodeado se formaciones o volcanes altos como el cofre de Perote, la Malinche y el Citlaltepetl (Figura 4.9).

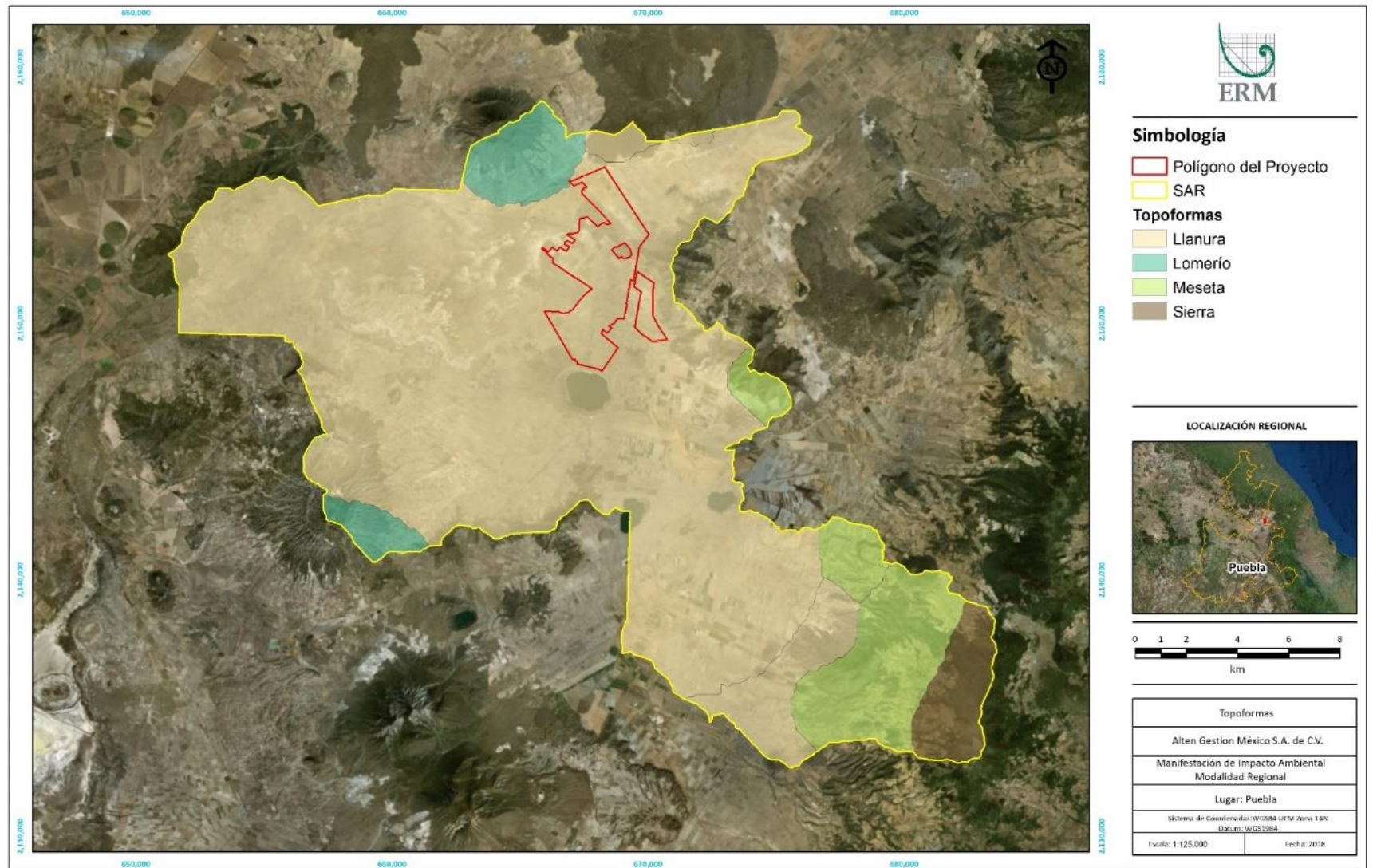


Figura 4.9 Topoformas presentes en el SAR

4.2.1.8

Eventos geológicos de la zona

Susceptibilidad de la Zona a Sismicidad

La porción Este del estado de Puebla se encuentra en la Zona B de acuerdo con la regionalización sísmica de la CFE (1993). La región B se caracteriza por presentar sismicidad de menor frecuencia o bien, se encuentra sujeta a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% del valor de la gravedad (g). El SAR y el Área del Proyecto, se encuentran en una zona de riesgo sísmico medio (Figura 4.10).

Susceptibilidad de la zona a hundimientos y desplazamientos

En la Figura 4.11 se muestran las zonas con mayor susceptibilidad a hundimientos y deslizamientos de acuerdo con el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (2001). El área en la que se encuentra el Área del Proyecto y el SAR no presenta incidencia de este tipo de fenómenos (Figura 4.11).

Susceptibilidad de la zona a derrumbes

De acuerdo al CENAPRED (2001), la mayor parte del territorio del estado de Puebla presenta un potencial importante para la ocurrencia de derrumbes incluyendo la zona en la que se encuentra el Proyecto y el SAR que podrían ser susceptibles a derrumbes (Figura 4.12). *Figura 4.12*

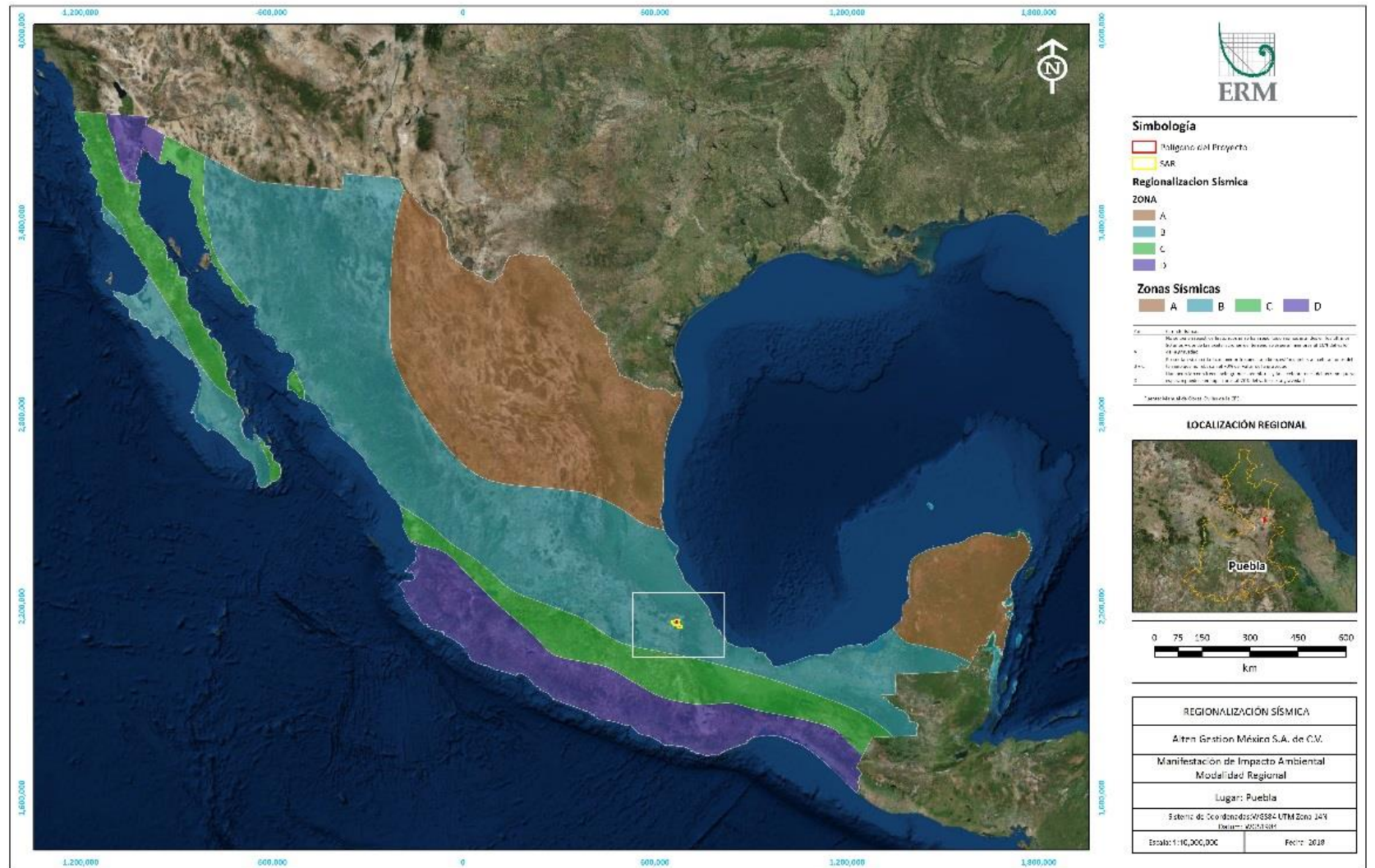


Figura 4.10 Regionalización sísmica de México

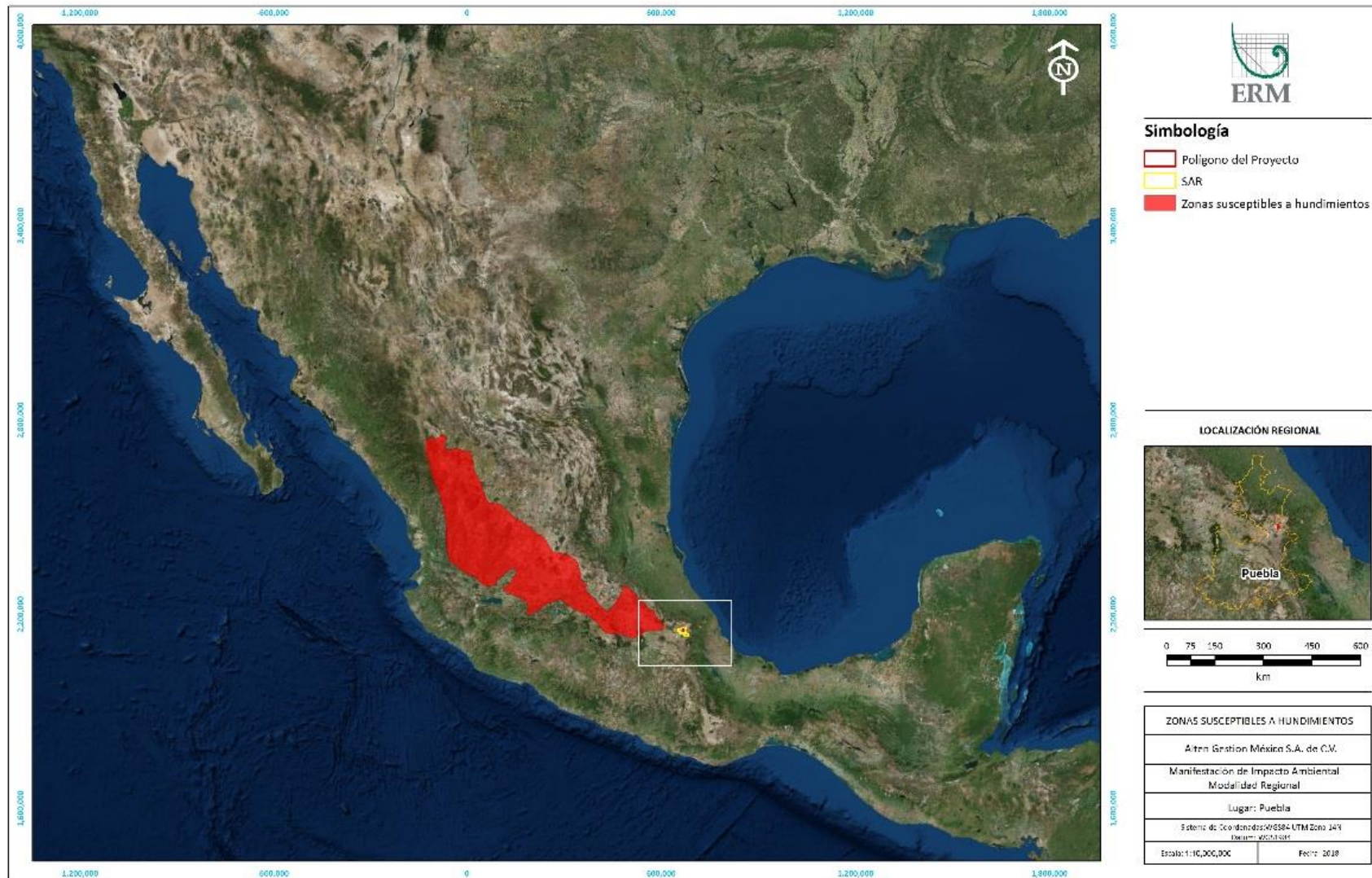


Figura 4.11 Zonas susceptibles a hundimientos y deslizamientos (CENAPRED, 2001)



Figura 4.12 Zonas susceptibles a derrumbes y movimientos de ladera (CENAPRED, 2001)

4.2.1.9 Edafología

En el SAR predominan suelos tipo Arenosol, seguido de suelos de origen volcánico y otros típicos de climas áridos. Cada uno de los tipos de suelo presente en la región se resumen en la Tabla 4.8, mientras que su disposición geográfica puede apreciarse en la Figura 4.13.

Tabla 4.8. Tipos de suelo en el SAR

<i>Tipo de suelo</i>	<i>Subtipos</i>	<i>Textura</i>	<i>Características</i>	<i>Superficie (ha)</i>
<i>Arenosol</i>	<i>útrico</i>	Gruesa	Suelos con poca o ninguna diferenciación del perfil, poseen una clase textural media ponderada arena francos o más gruesa. Esto incluye suelos de arenas residuales después de la meteorización in situ. Su textura gruesa explica su alta permeabilidad, ofrecen facilidad de labranza, enraizamiento y cosecha de cultivos de raíces y tubérculos	14,844.8
<i>Andosol</i>	<i>útrico</i>	Media	Son suelos que se desarrollan en eyecciones volcánicas bajo casi cualquier clima. Poseen un alto potencial para la producción agrícola, en general son suelos fértiles que poseen propiedades favorables para cultivar.	5,592.98
<i>Solonchak</i>	<i>takirico</i> <i>hipsódico</i>	Fina	Los Solonchaks son suelos con una alta concentración de sales solubles, los cuales se originan por periodos de precipitación y dilución de las sales en el suelo, típicamente en climas áridos y semiáridos. Las propiedades takíricas hacen referencia a una capa superficial de textura fina que comprende una costra superficial y estructura masiva (alta densidad y sin estructura), lo cual es típico de suelos con periodos de anegación.	5,555.63
<i>Regosol</i>	<i>rútrico</i>	Gruesa	Son suelos poco desarrollados de material no consolidado, tienen una	4,227.18

<i>Tipo de suelo</i>	<i>Subtipos</i>	<i>Textura</i>	<i>Características</i>	<i>Superficie (ha)</i>
			mínima importancia agrícola, una baja retención de la humedad.	
<i>Leptosol</i>	<i>útrico</i>	Media	Comprenden suelos delgados sobre roca continua y son muy ricos en fragmentos gruesos, son bastante comunes en regiones montañosas o con pendiente importante. Son un recurso potencial para el pastoreo, poseen un drenaje interno excesivo, la erosión es una gran amenaza para este tipo de suelos.	4,159.04
<i>Phaeozem</i>	<i>útrico</i> <i>calcárico</i> <i>hipersódico</i>	Media	Son suelos que se encuentran en praderas, tienen un horizonte superficial rico en materia orgánica, están libres de carbonatos secundarios. Son suelos porosos, fértiles y excelentes para cultivar.	766.36
<i>Fluvisol</i>	<i>útrico</i>	Gruesa	Son suelos genéticamente jóvenes en depósitos fluviales, lacustres o marinos. Presentan una buena fertilidad natural.	47.64
Fuente: IUSS Working Group WRB (IUSS Working Group WRB, 2015)				

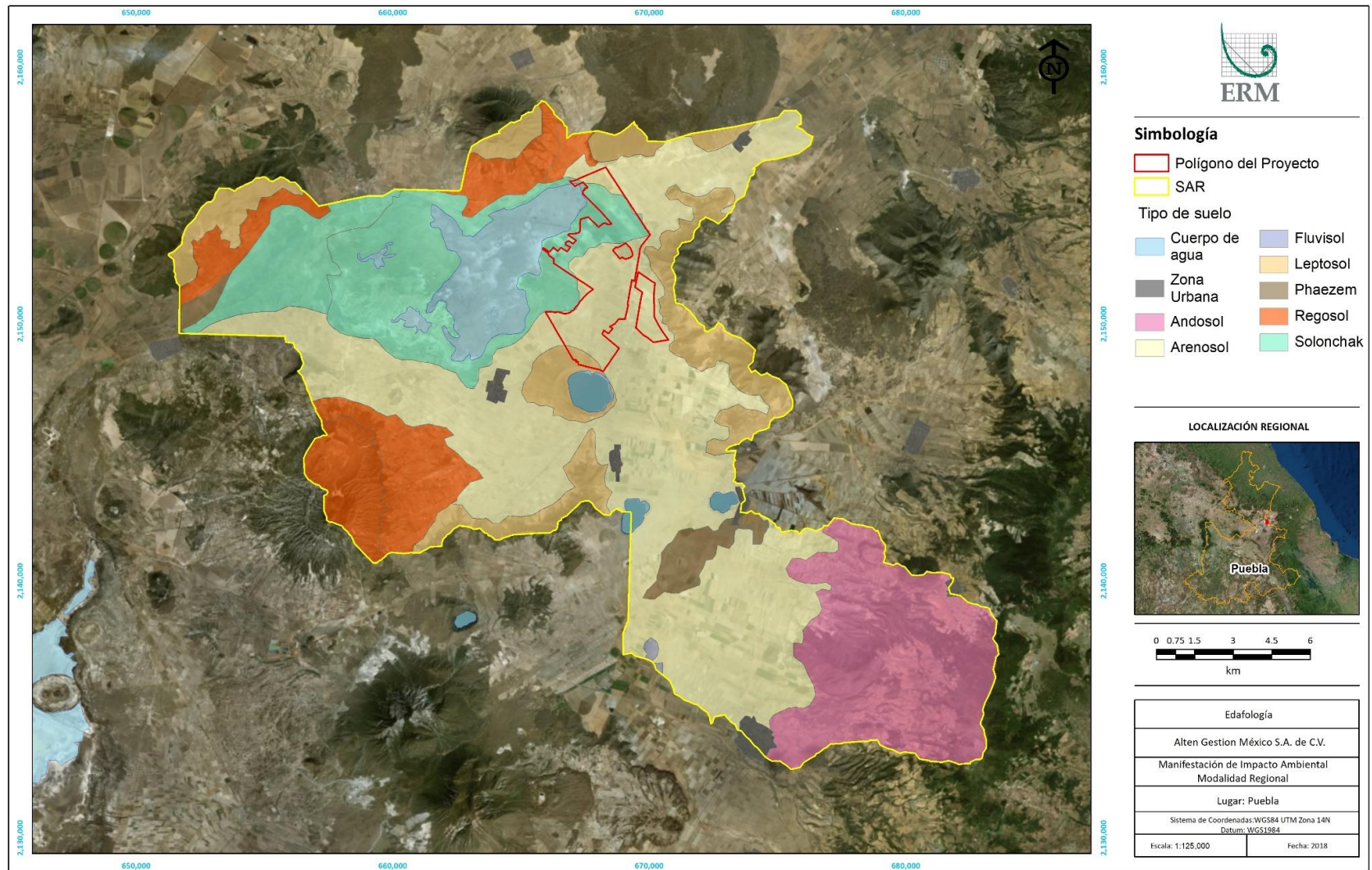


Figura 4.13 Tipos de suelo

Se realizó un modelo de erosión hídrica y eólica con herramientas de sistemas de información geográfica. La primera fue calculada de acuerdo a la ecuación universal revisada para la pérdida del suelo (Revised Universal Soil Loss Equation, RUSLE2) a partir de la intensidad de las lluvias (R), el factor de erodabilidad de los suelos (K), las laderas (LS), la cubierta del suelo (C), y las prácticas de conservación (P). Se obtiene un valor de toneladas de suelo perdidas en una hectárea a lo largo de un año (ton/ha/año) (Ismail & Ravichandran, 2008). Mientras que la erosión eólica se calcula a partir del periodo de crecimiento (IAVIE), la presencia de suelos calcáreos (SUECALC), la textura (CATEX) y el uso del suelo (CAUSO).

El resultado mostró que la erosión hídrica (Figura 4.14) que se presenta en el SAR es baja a moderada, habiendo niveles altos en el extremo sur este y valores extremos localizados y de poca superficie en el noroeste de la zona. No obstante, la erosión eólica (Figura 4.15) arrojó valores más altos y extremos en la mayor parte del SAR. Al sumar ambos agentes erosivos se puede concluir que el SAR presenta condiciones que propician la erosión del suelo, especialmente del tipo eólico (Figura 4.16).

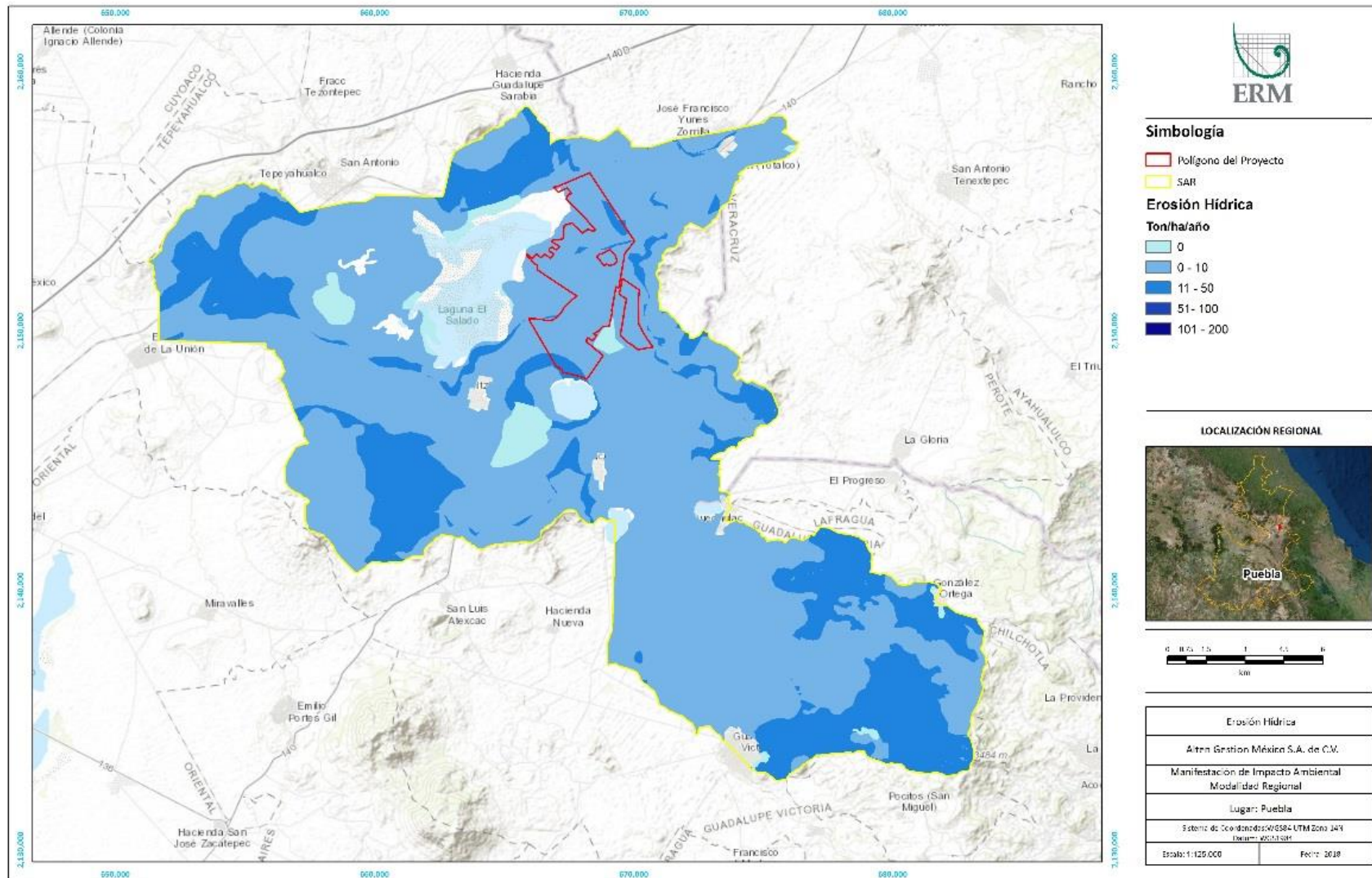


Figura 4.14 Modelo de erosión hídrica

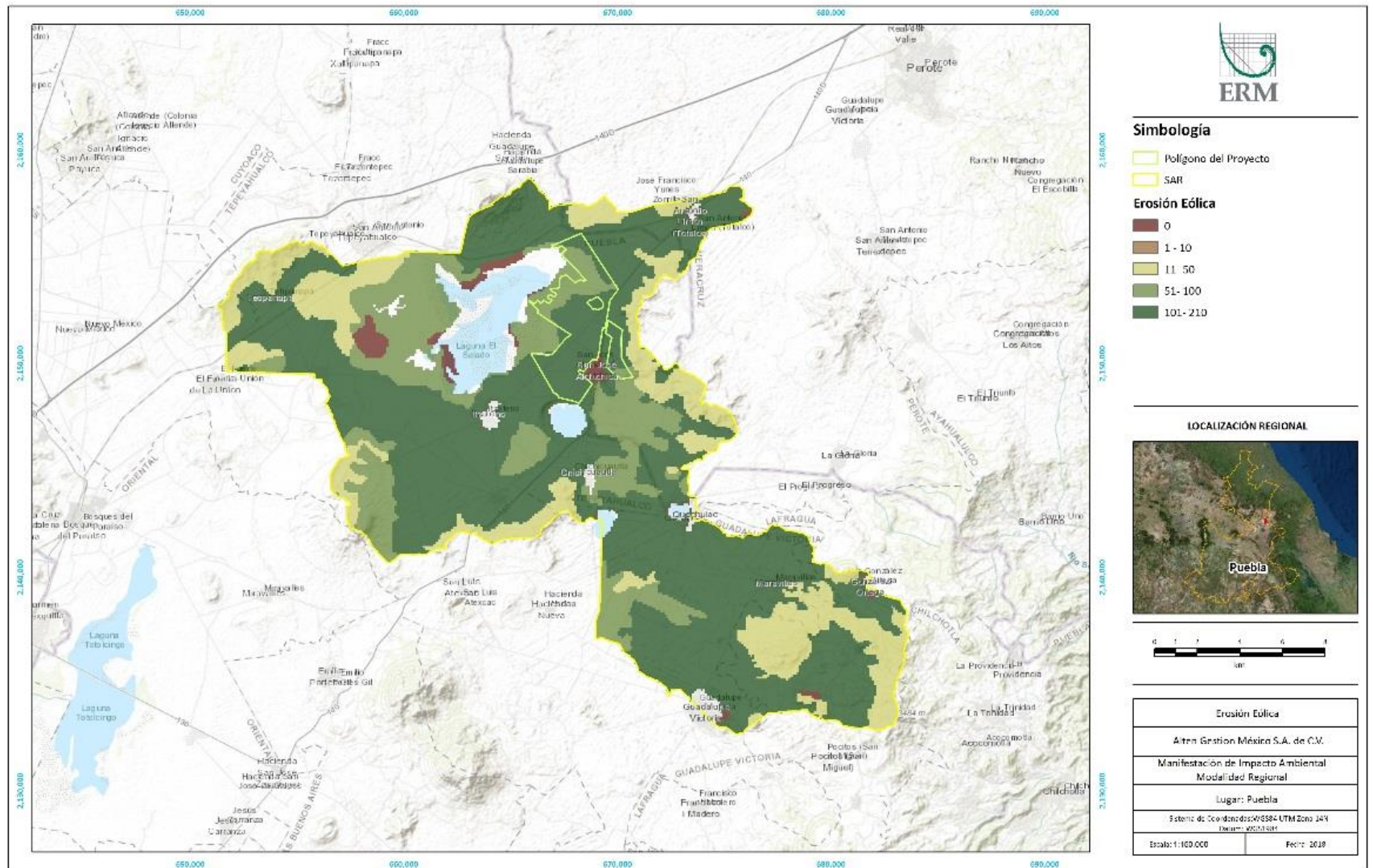


Figura 4.15 Modelo de erosión eólica

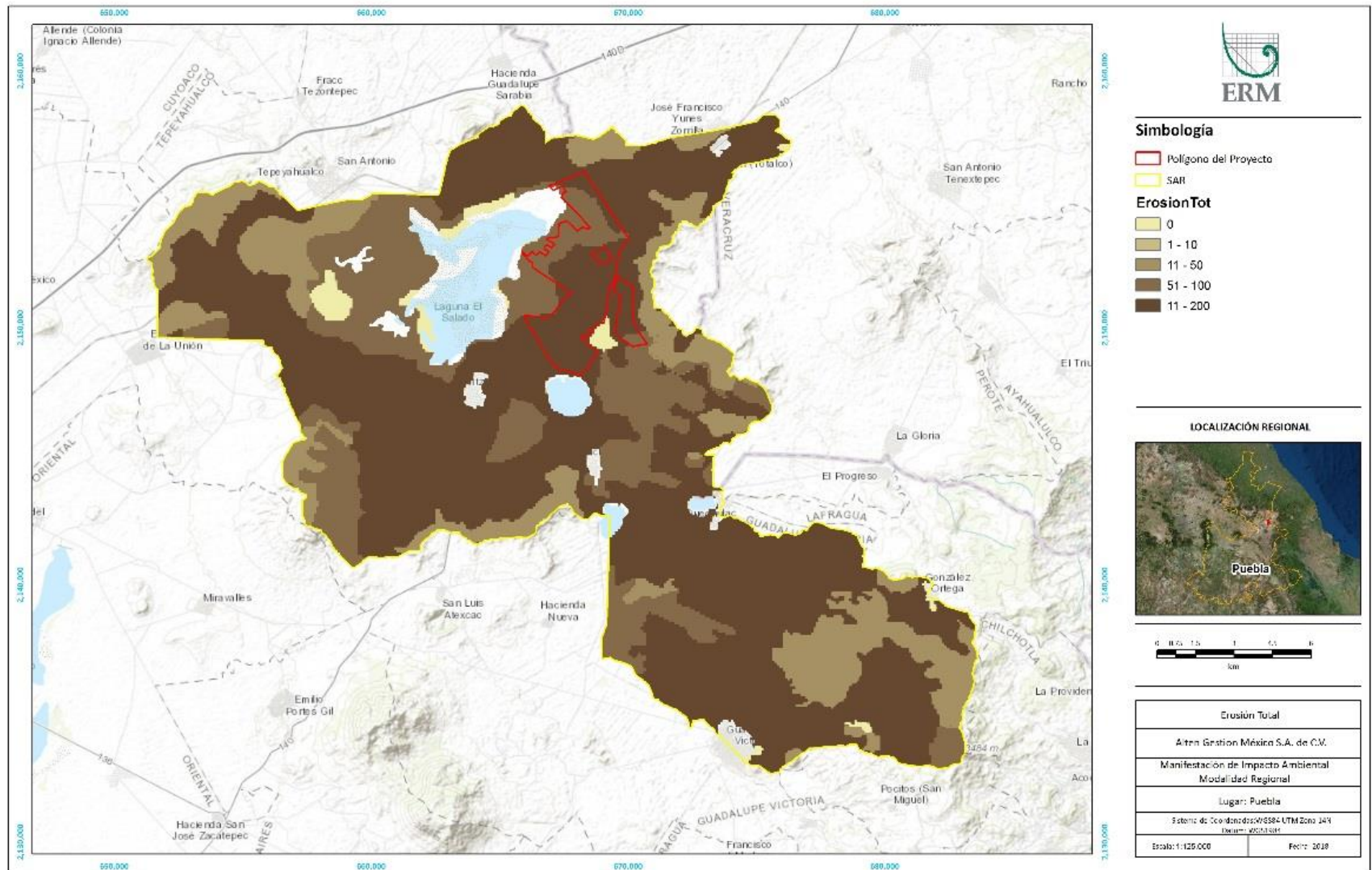


Figura 4.16. Erosión total en el SAR

4.2.1.11

Hidrología Superficial

El SAR está situado en una cuenca endorreica lo que significa que los aportes de agua captada por precipitación no fluyen al mar ni a otra cuenca, sino que se acumulan en el manto freático o se evaporan. La cuenca Oriental pertenece a la macrocuenca del río Atoyac, dentro de la Región Hidrológica núm. 18 del río Balsas (Figura 4.17) La hidrología superficial es estacional ya que la mayor parte de la cuenca presenta depósitos piroclásticos de edad reciente que favorecen una gran infiltración, adicional a que el tipo de clima favorece la evaporación. Los escurrimientos intermitentes en la cuenca son arroyos pequeños limitados a la ladera occidental de la sierra Cofre de Perote-Pico de Orizaba y norte del volcán La Malinche.

En la parte central de la cuenca, se forman dos cuerpos de agua someros de temporal, la laguna de Totolcingo (El Carmen) y la laguna de Tepeyahualco (El Seco). Actualmente dichas lagunas no se forman cada año y se han convertido en cuerpos acuáticos de llenado episódico (Alcocer et al., 2004).

Adicionalmente, en Oriental se encuentran seis lagos-cráter cuya principal fuente de agua es aportada por el manto freático de la misma; Alchichica, La Preciosa, Quechulac, Atexcac, Aljojuca y Tecuitlapa. Las características del agua de estos lagos evidencian el origen subterráneo de ésta, ya que, por su interrelación con las rocas y sedimentos subterráneos, el agua presenta diversos grados de salinidad.

En la Figura 4.18 se muestra la ubicación del SAR respecto a la subcuenca hidrológica Huamantla-San-Diego-Texmilucann. Mientras que en el plano de la Figura 4.19 se muestran las microcuencas que rodean y forman parte del SAR.

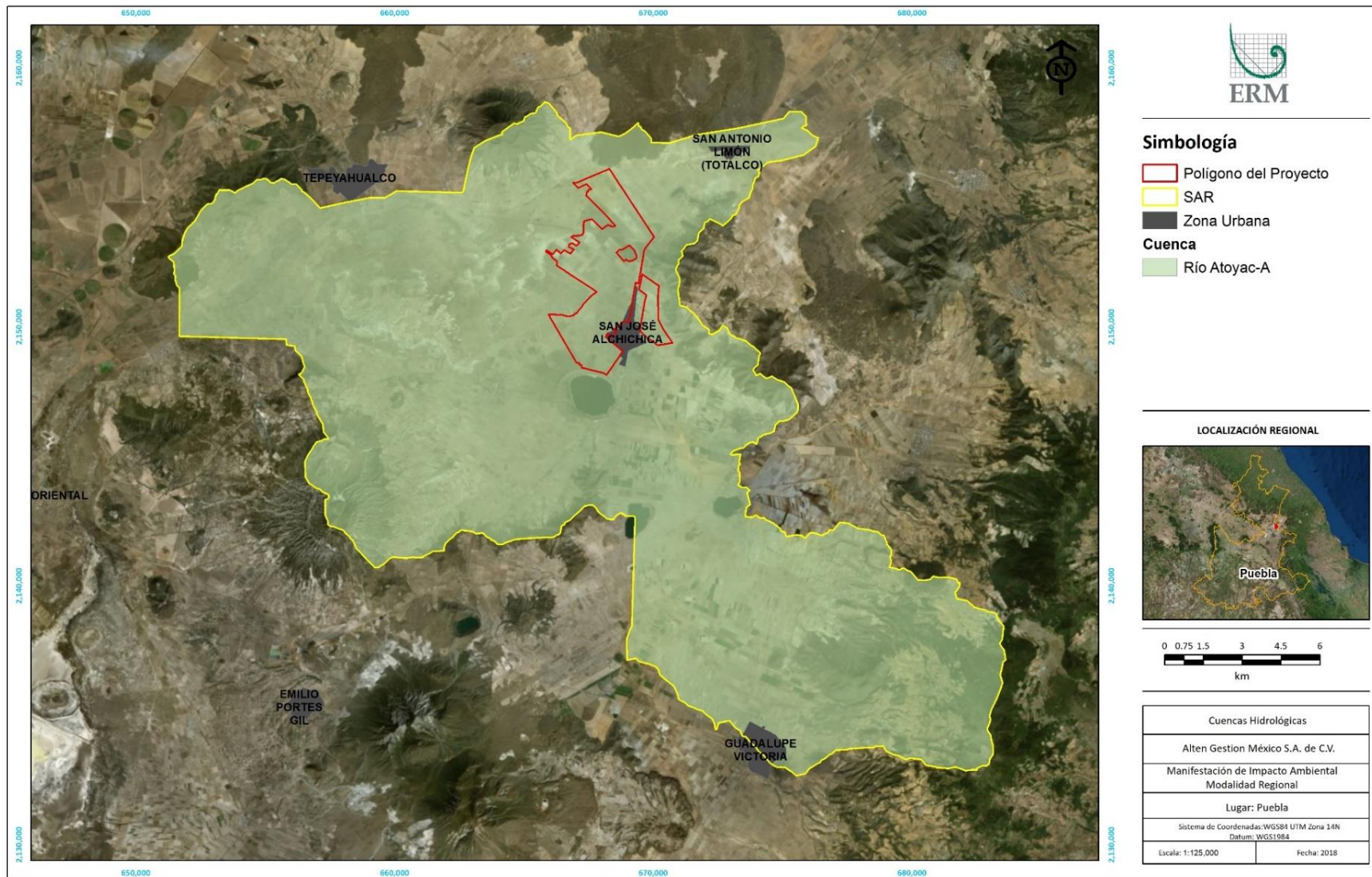


Figura 4.17 Cuenca hidrológica

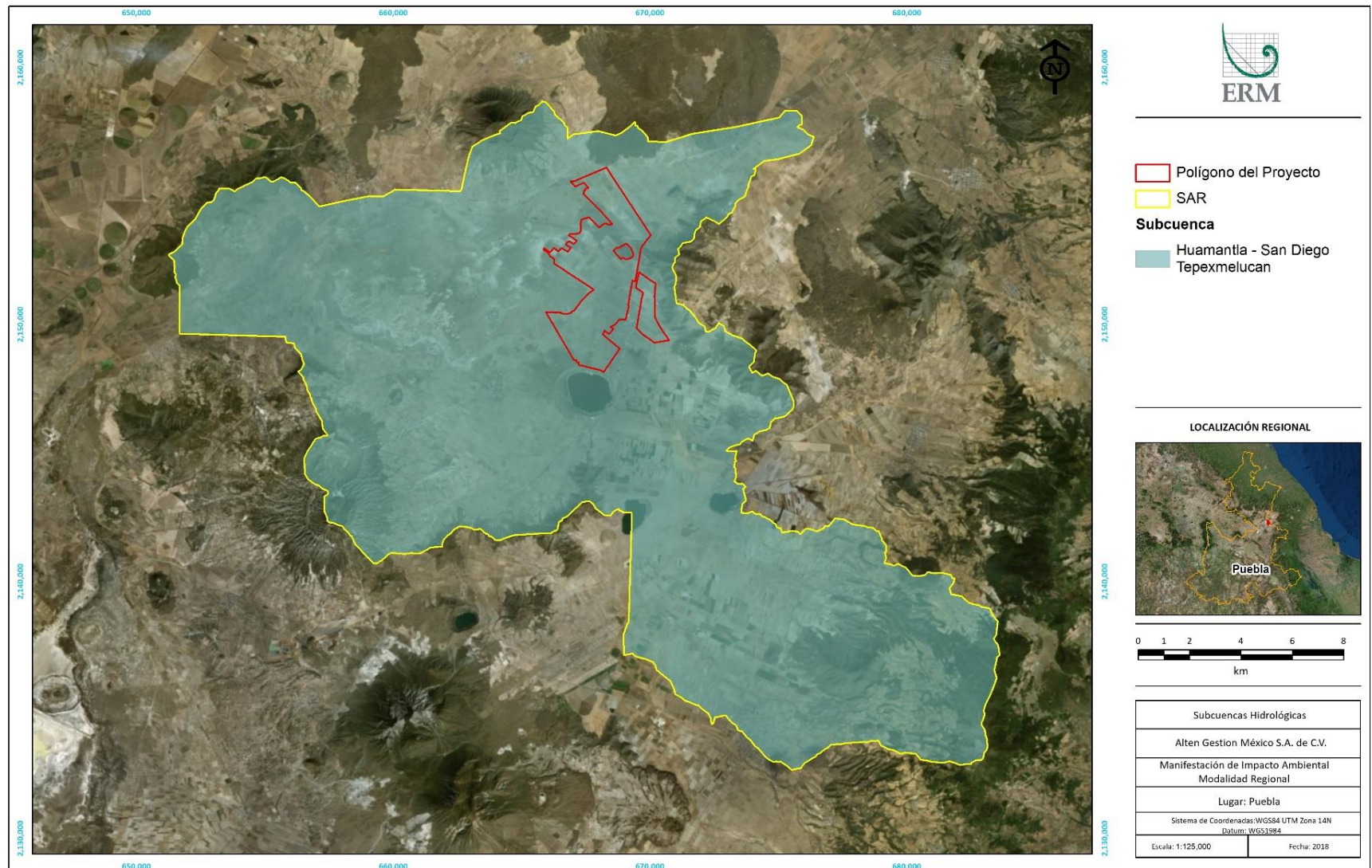


Figura 4.18 Subcuencas hidrológicas en el SAR

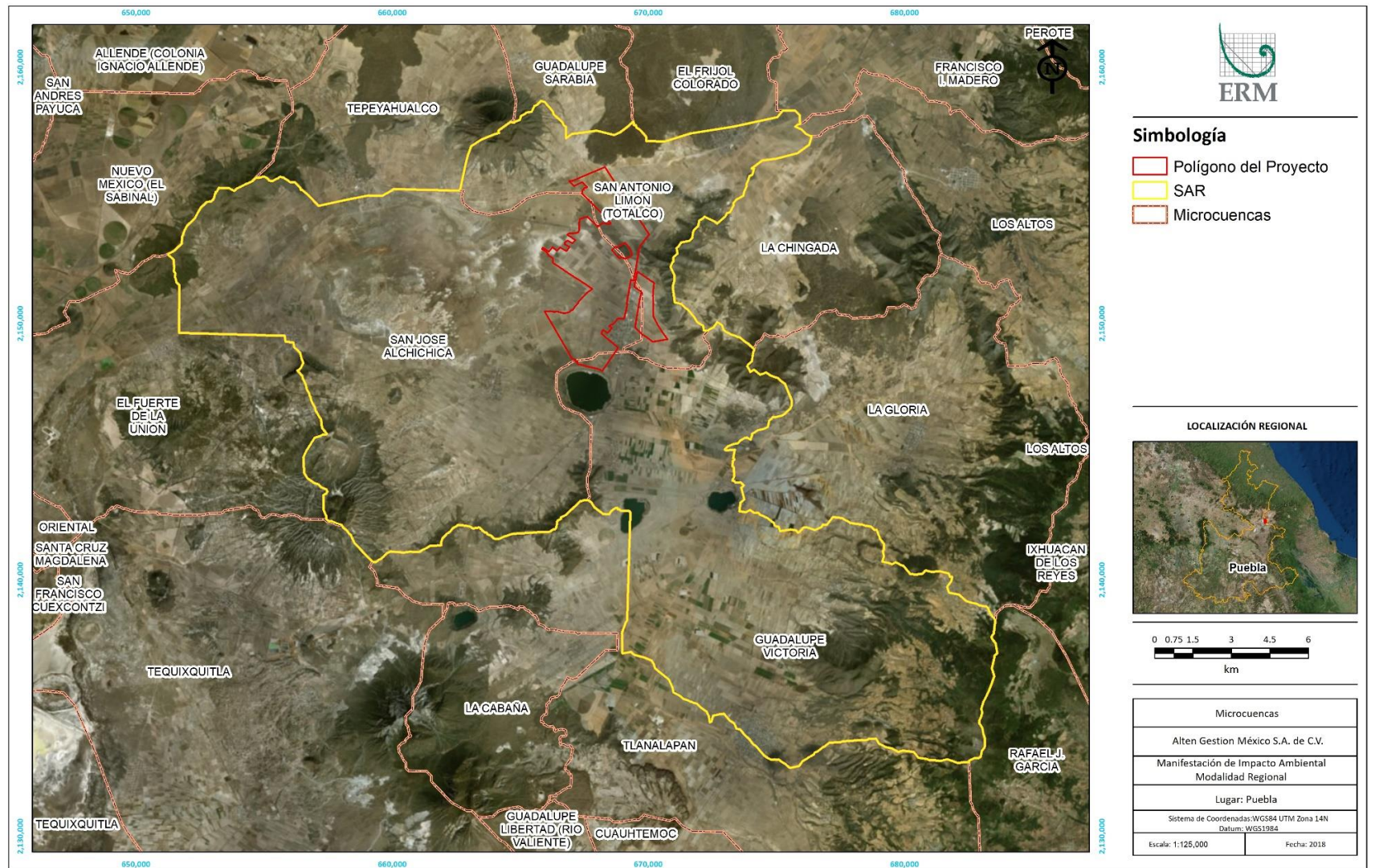


Figura 4.19 Microcuencas en el SAR

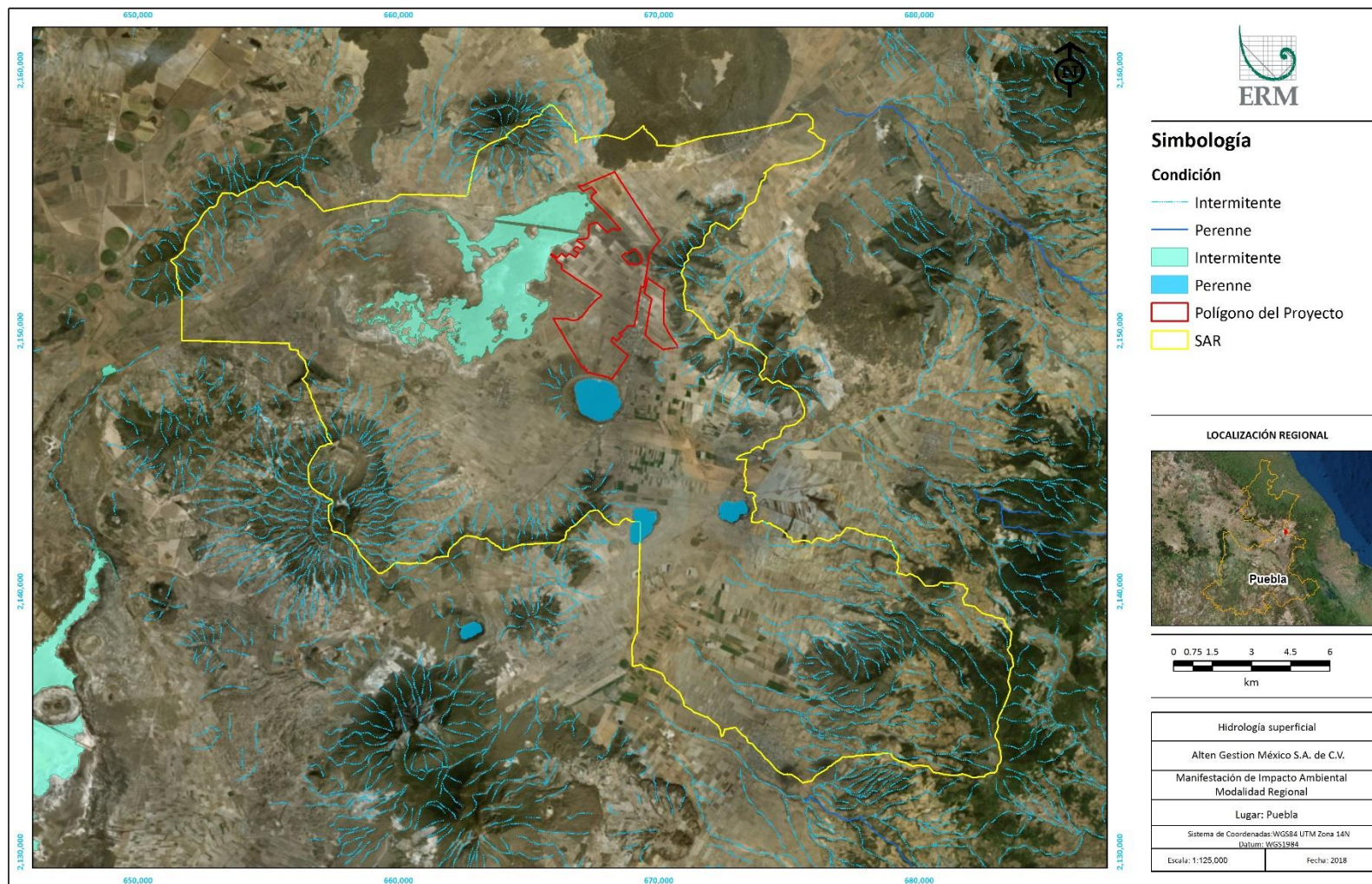


Figura 4.20 Corrientes y cuerpos de agua en el SAR

La mayor parte de los acuíferos son de tipo libre y relativamente poco profundos; los niveles estáticos fluctúan entre 2 y 80 m (INEGI, 2010). El agua disponible se encuentra en su mayor parte en la Cuenca Oriental. En donde la mayoría de los escurrimientos pluviales se infiltran hacia el subsuelo, formando un manto acuífero extenso, el cual constituye un recurso de abastecimiento hídrico muy valioso (Alcocer et al., 2004). La relevancia de la Cuenca Oriental, como área almacenadora de agua subterránea, estriba en el hecho de que 40% de ésta presenta materiales consolidados de alta permeabilidad con posibilidades altas de presencia de recursos hídricos subterráneos. Las aguas subterráneas de la cuenca tienen un tiempo de residencia largo lo cual ha dado como resultado que se encuentren altas concentraciones de calcio en el agua subterránea de esta área. En consecuencia, aunque es posible extraer grandes cantidades de agua subterránea, ésta solo es parcialmente apta como agua potable, industrial o de riego, debido a su salinidad (Alcocer, Escolero, & Marín, 2004).

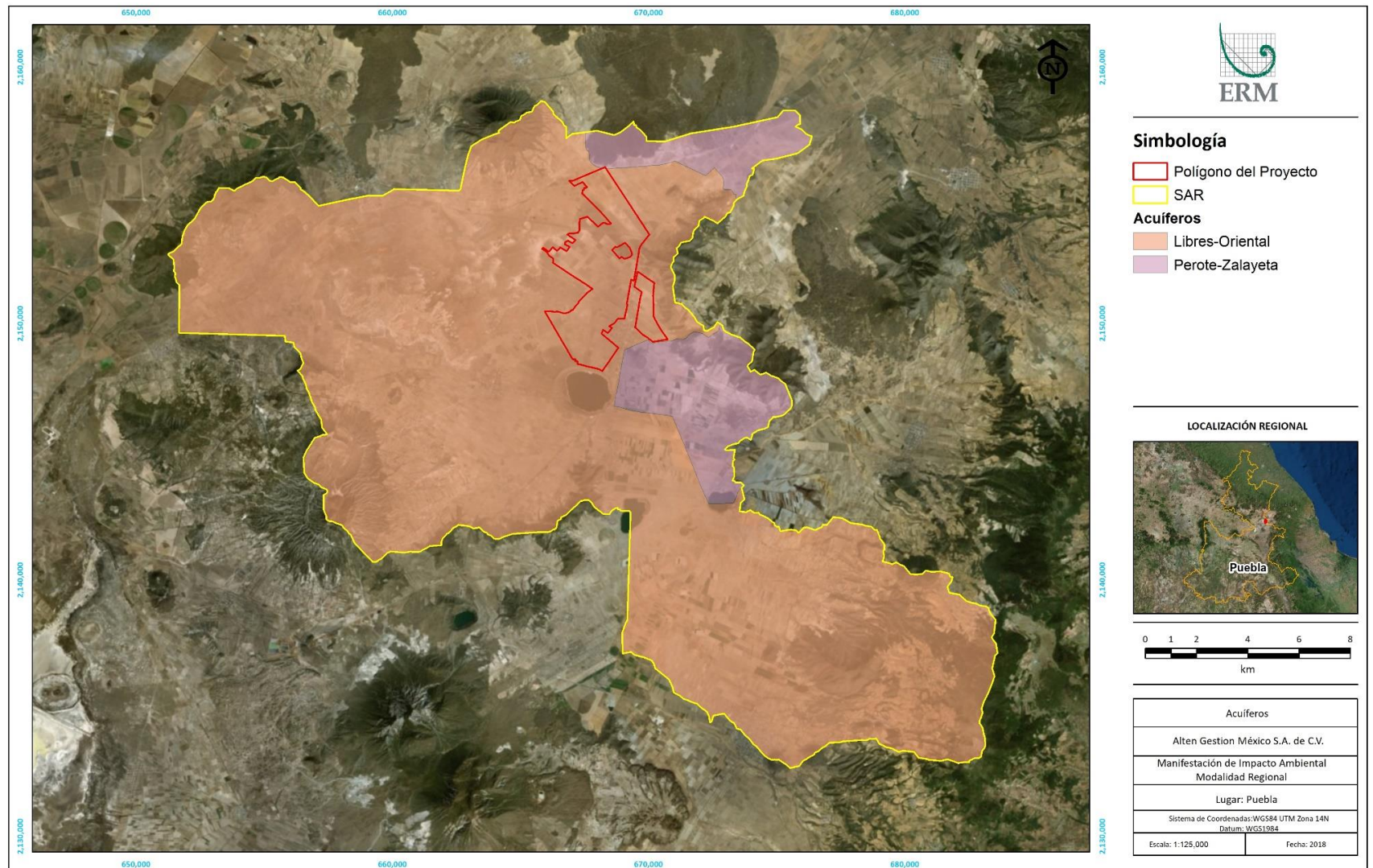


Figura 4.21 Hidrología

4.2.1.13

Recarga de acuíferos

Se realizó un modelo de balance hídrico en el SAR con sistemas de información geográfica. El balance hídrico modela el ciclo del agua al medir la cantidad de agua que entra en el sistema por la precipitación, y la que sale del sistema por la evapotranspiración, el escurrimiento superficial y la recarga del acuífero. De esta manera, la cantidad de agua que entra en el sistema debe ser la misma que la que sale, y por lo tanto debe estar completamente balanceada:

$$\text{Precipitación} = \text{Infiltración} + \text{Evapotranspiración} + \text{Esgurrimiento superficial}$$

Para calcular el volumen de agua que se infiltra a los acuíferos se puede emplear esta misma relación con los datos disponibles para la región, es decir, con la precipitación, evapotranspiración y el cálculo del escurrimiento superficial:

$$\text{Infiltración} = \text{Precipitación} - (\text{Evapotranspiración} + \text{Esgurrimiento superficial})$$

En los resultados del modelo de balance hídrico (Figura 4.22), en general se obtuvieron valores bajos, teniendo en cuenta que en la región el aporte de precipitación es bajo y la tasa de evaporación bastante alta, resalta que existan valores adecuados de recarga del acuífero, lo cual está dado por la permeabilidad del suelo y el material parental.

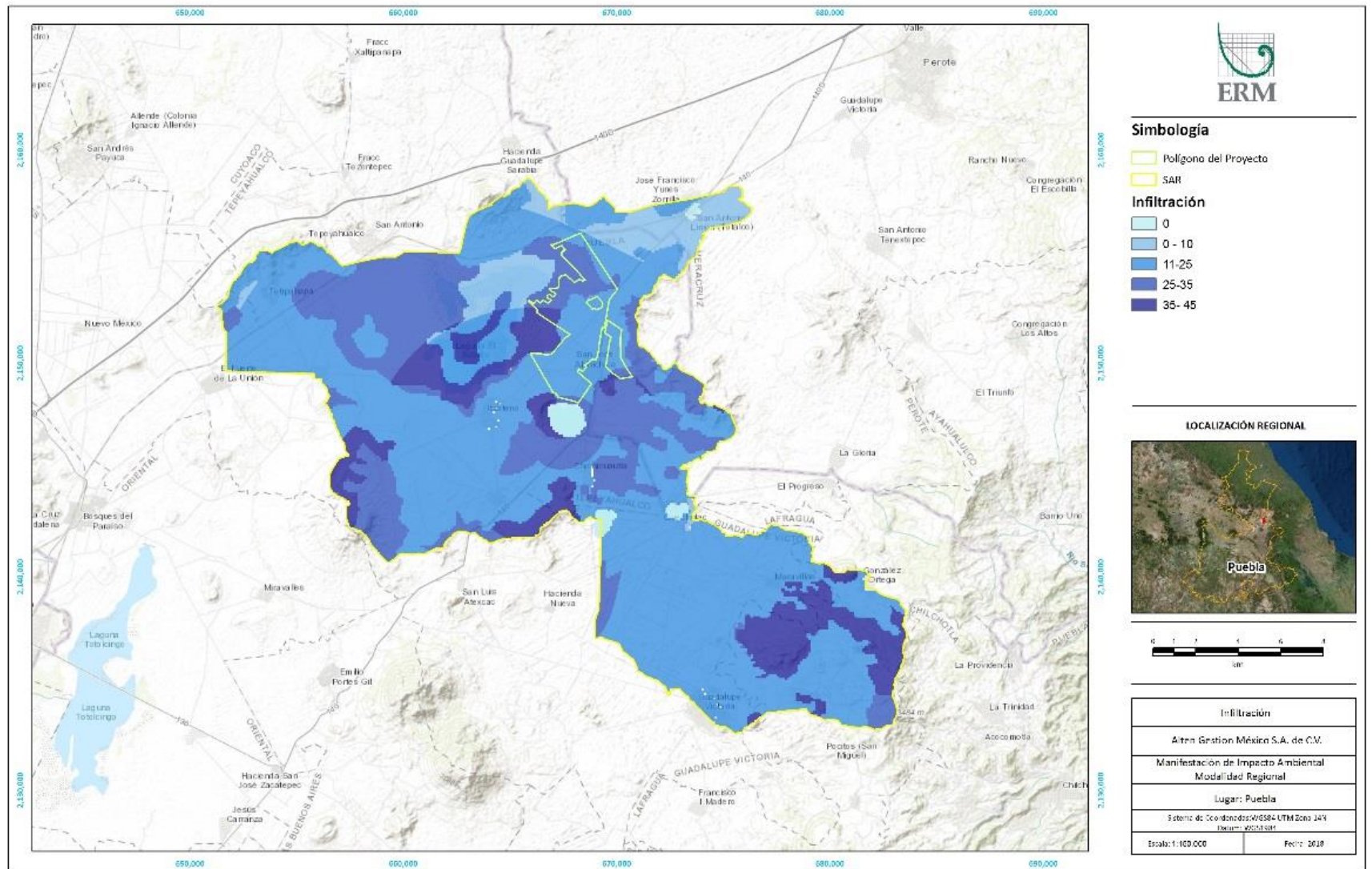


Figura 4.22 Modelo de infiltración en el SAR

4.2.2 Medio bióticos

4.2.2.1 Vegetación terrestre

De acuerdo con la clasificación de la serie VI de uso de Suelo y Vegetación del INEGI (2013), más de la mitad del área del SAR (51.75%) está ocupada por agricultura de temporal, en sus categorías anual (47.34%) y semipermanente (4.41%); otros tipos de cobertura relevantes son los diversos tipos de agricultura de riego que en su conjunto acumulan 8.13% del área. Las formas arbóreas de vegetación primaria templada (bosque de pino, pino-encino y bosque de táscate) apenas suman un 0.042% de la cobertura. Otras formas no arbóreas de vegetación primaria como el matorral desértico rosetófilo también tiene escasa representación (0.12%), mientras que los pastizales ocupan un área comparable (0.15%; Tabla 4.9; Figura 4.23).

Tabla 4.9 Usos de suelo según la Serie V de INEGI presentes en el SAR

Sistema Ambiental Regional				
Clave	Descripción	Área ha	Área km ²	%
RA	Agricultura de riego anual	55	1	0.15
RAP	Agricultura de riego anual y permanente	53	1	0.14
RASP	Agricultura de riego anual y semipermanente	1492	15	3.95
RS	Agricultura de riego semipermanente	1468	14	3.89
TA	Agricultura de temporal anual	17865	179	47.34
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	1665	17	4.41
BP	Bosque de pino	1083	11	2.87
BPE	Bosque de pino-encino	362	4	0.96
BT	Bosque de táscate	117	1	0.31
CA	Cuerpo de Agua	347	4	0.92
MDR	Matorral desértico rosetófilo	4309	44	11.42
PH	Pastizal halófilo	5040	50	13.36
PI	Pastizal inducido	769	8	2.04
DV	Sin vegetación aparente	1697	17	4.50
VSA/BP	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino	550	5	1.46

Clave	Descripción	Área ha	Área km²	%
VSa/BP	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	316	3	0.84
VSa/BP E	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino- encino	154	2	0.41
ZU	Zona urbana	396	3	1.05
TOTAL		37738	379	100

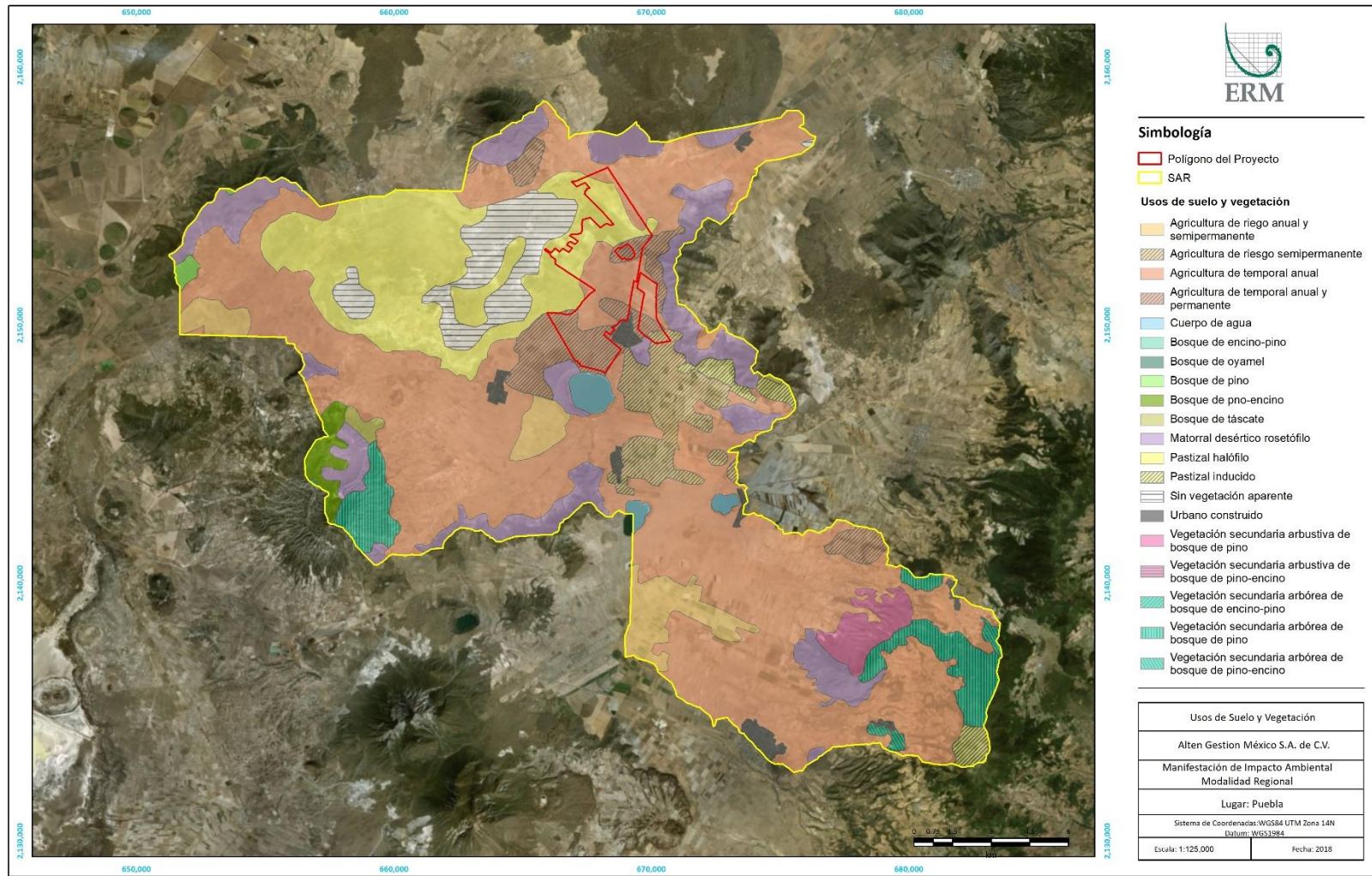


Figura 4.23. Uso de suelo y vegetación según la serie VI de INEGI (2017).

Debido al tamaño del proyecto, se elaboró un mapa de vegetación y usos de suelo para el AP con imágenes satelitales. De este análisis se pudo concluir que en el AP se distribuye el Pastizal Halófito (PH) como único tipo de vegetación natural, ocupando el 0.45% del AP, mientras que los distintos tipos de agricultura ocupan la mayor parte del proyecto con el 99.52%. Las zonas urbanas son el uso de suelo más escaso con tan solo 0.03 % de la superficie total del AP (Tabla 4.10).

Tabla 4.10 *Usos de suelo y vegetación presentes en el AP*

Área de Proyecto				
Clave	Descripción	Área ha	Área m ²	%
A	Agricultura anual y permanente	1,664.56	16,645,505	99.52
PH	Pastizal halófilo	78.68	786,795	0.45
ZU	Zona urbana	0.43	4,361	0.03
TOTAL		1,743.67	17,436,661	100.00

4.2.2.1.1 *Metodología de trabajo de campo para flora*

Se realizó una etapa de muestreo en la temporada de secas del 14 al 21 de mayo de 2018. Es importante mencionar que la estacionalidad ambiental afecta la estructura de las comunidades ecológicas por los cambios temporales en la disponibilidad de recursos como espacio, alimento, temperatura, fotoperiodo y agua. Estos cambios en las comunidades se traducen en fluctuaciones en la riqueza, composición, abundancia y diversidad (García y Cabrera-Reyes, 2008).

Se realizaron dos tipos de unidades de muestreo: unidades de muestreo estructurales y unidades de muestreo de diversidad. En las unidades de muestreo estructurales se tomarán variables dasométricas para poder realizar los cálculos estructurales y en el caso de las unidades de muestreo de diversidad sólo se tomaron datos de diversidad y riqueza de especies para realizar los cálculos de los índices de diversidad y las curvas de acumulación de especies.

Unidades de Muestreo Estructural (UME)

Cada transecto constó de una línea de 50 m de largo (Figura 4.24), a partir de la cual se definieron áreas con distintas superficies para muestrear a los individuos en cuatro estratos verticales (arbóreo; arbustivo; sufrútices, rosetas y cactoides; y herbáceo). El diseño de las unidades muestrales se basó en el método propuesto por Gentry (Gentry, 1982; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Los estratos estuvieron definidos en función del tamaño y forma de crecimiento de las plantas. Se tomaron como criterios de inclusión la altura, el diámetro a la altura de pecho a

1.30 m (DAP) y la forma de crecimiento. Sólo se midieron las partes y los ejemplares con vida.

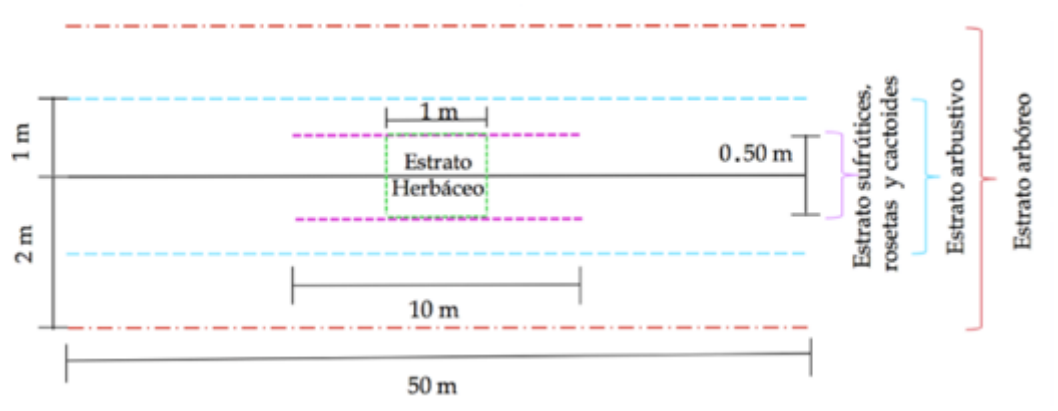


Figura 4.24 Esquema del transecto de muestreo y de las subunidades utilizadas para caracterizar los distintos estratos de la vegetación.

El estrato arbóreo se muestreó en un área de 2 m (Figura 4.24) a cada lado de la línea de 50 m (200 m²). Dentro de esta área se incluyeron todos los individuos leñosos con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor de 10 cm (DAP \geq 10 cm). Los datos capturados fueron: número de especies, densidad y/o abundancia. Para cada individuo se registró, el nombre común, altura total (m), diámetro del tallo mayor y de los tallos secundarios a la altura del pecho (DAP; m) y cobertura de la copa (m), en caso de individuos policaulescentes con tallos de DAP > 10 cm se tomaron los valores de altura de cada uno de estos tallos (Figura 4.25).

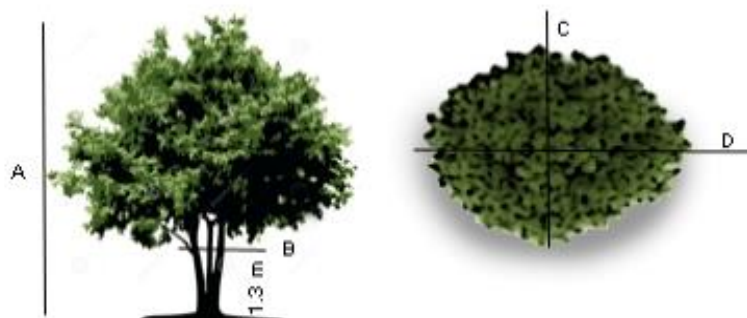


Figura 4.25 Detalles de las medidas tomadas, A) Altura total, B) Diámetro a la altura del pecho (DAP) con policaulescencia, C) Diámetro menor de la copa y D) Diámetro mayor de la copa.

El estrato arbustivo se muestreó en un área de 1 m (Figura 4.24) a cada lado de la línea (100 m²). Dentro de esta área se incluyeron todos los individuos leñosos con diámetro a la altura del pecho (DAP) menor de 10 cm ($DAP \geq 10$ cm) y con altura mayor o igual a 1.30 m. En esta subunidad se tomaron datos de la especie, nombre común, altura total (m), diámetro del tallo mayor y de los tallos secundarios a la altura del pecho (DAP; m) y cobertura de la copa (m).

El estrato de sufrútices, rosetas y cactoides se muestreó en los 10 m centrales (Figura 4.24) de la línea (del metro 20 al 30), a una distancia de 50 cm a cada lado (10 m²). Dentro de esta área se incluyeron todos los individuos leñosos y rosetófilos con altura mayor o igual a 20 cm y con una altura menor a 1.30 m, y a todos los individuos pertenecientes a la familia Cactaceae menores de 1.30 m de alto. Dentro de esta zona se tomaron datos de la especie, nombre común, altura total (m), y cobertura de la copa (m).

El estrato herbáceo se muestreó en un cuadrado a 50 cm (Figura 4.24) a cada lado en el metro central de la línea (1 m²). Dentro de esta área se incluyeron a todos los individuos herbáceos y plántulas de otras especies. Se registraron los datos generales por especie, nombre común, altura promedio (m), abundancia de individuos (# inds.) y cobertura en porcentaje del total del área (%).

Para cada sitio de muestreo se incluyó información general del ambiente y de su ubicación, que incluyó la georreferencia de los extremos y centro del transecto, tomada en unidades Universal Transversal de Mercator (UTM) región 14 norte, Datum WGS84 y altitud (m s.n.m.). Asimismo, se incluyeron descripciones con las características generales de suelo, topografía, perturbación y actividades humanas.

Unidades de Muestreo de Diversidad (UMD)

Para complementar la información del muestreo estructural, se desarrolló un método de evaluación de la diversidad. Para esto se implementaron unidades de muestreo de las mismas dimensiones que las utilizadas para medir la estructura de la vegetación; 200 m² para la evaluación del estrato arbóreo, 100 m² para el estrato arbustivo, 10 m² para el estrato sufrútice y rosetas, y finalmente, 1 m² para el estrato herbáceo. Se usaron los mismos criterios de inclusión para segmentar la comunidad.

La información que se tomó para cada estrato fue la especie y el número de individuos presentes por estrato. Con esta información se construyeron tablas de abundancia por especie, estrato, tipo de vegetación y sitio. Estas tablas serán utilizadas para calcular los índices de diversidad y las curvas de acumulación de especies.

El muestreo de diversidad utiliza el mismo principio que las unidades de muestreo estructurales. Este método surge para aprovechar al máximo los recorridos y trayectos de una unidad de muestreo a otra, ya que es la actividad en la que se invierte más tiempo en una salida de campo. Una vez montada la unidad de muestreo se realiza el reconocimiento de las especies de los estratos, se toman muestras botánicas y se hace el conteo de los individuos de cada una de las especies. La información recolectada se anexa a la información de diversidad de las UM estructurales y se generan las curvas de acumulación de especies. De esta manera se aumenta el esfuerzo de muestreo sin incrementar el número de días significativamente.

Como complemento a las descripciones cuantitativas de los muestreos se tomaron notas cualitativas de la vegetación y de las condiciones abióticas predominantes en la zona (condiciones del suelo, tipo, inclinación, formación geológica, etc.) y en los alrededores. Éstas incluyeron características de la estructura de la vegetación, las especies dominantes de la zona, el estado de conservación (si existen evidencias de usos anteriores del suelo, incendios, erosión, etc.), especies útiles o indicadoras (ambientes primarios, perturbación, ganadería). Dicha información contribuyó a integrar los resultados y facilitó la descripción de los diversos ambientes y tipos de vegetación.

Unidades de muestreo ejecutadas en campo

Durante esta etapa se realizaron en total 90 unidades de muestreo: 64 en el SAR y 26 en el AP. En el SAR se realizaron 25 unidades de muestreo de diversidad (UMD) y 39 unidades de muestreo estructurales (UME), mientras que en el AP se realizaron 7 UMD y 19 UME. En la Figura 4.26 se muestra la distribución de las unidades de muestreo, y en el Anexo 4.1 viene incluido la georreferencia de cada una.

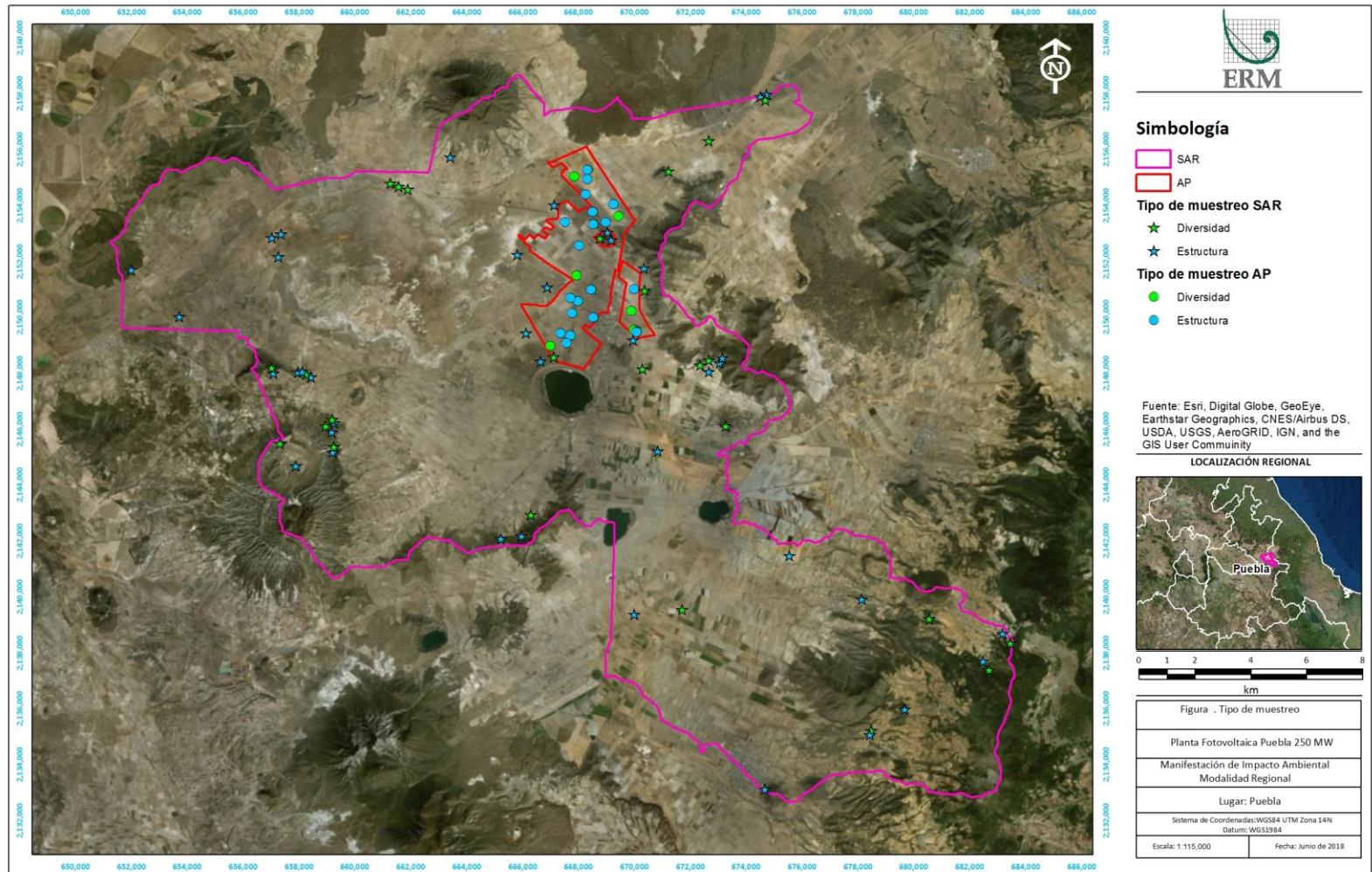


Figura 4.26. Ubicación de las unidades de muestreo de vegetación.

En el Anexo 4.1 se menciona a detalle la metodología usada para la toma de datos en campo, así como la metodología ocupada para el análisis de la riqueza, eficiencia de muestreo, y margen de error; así como la metodología empleada para el cálculo del Índice de Valor de Importancia Relativo (VIR) y de las curvas de acumulación por especie y por estrato.

4.2.2.1.2

Resultados

En total se hicieron 90 unidades de muestreo de vegetación de las cuales siete no tuvieron registros de flora por ser campos agrícolas recién arados, por lo que la descripción se realizó con 83 UM, 26 de ellas se ubicaron en el AP, mientras que las 64 restantes se encontraron en el SAR (Figura 4.27).

Para realizar los análisis estructurales se utilizaron las 53 UME, en todas se midió al menos un ejemplar. Quince de ellas se ubicaron en el Área del Proyecto (AP), mientras que las 38 restantes se encontraron dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR).

Descripción por tipo de vegetación

De acuerdo a la estructura y composición de los sitios de muestreo, se asignó el equivalente más próximo con la clasificación de la Serie VI de INEGI (Figura 4.27). Los tipos de vegetación y uso de suelo identificados fueron los siguientes:

- BP: Bosque de Pino.
- MDR: Matorral Desértico Rosetófilo.
- BT: Bosque de Tascate.
- PH: Pastizal Halófilo.
- Uso de suelo: Agrícola.

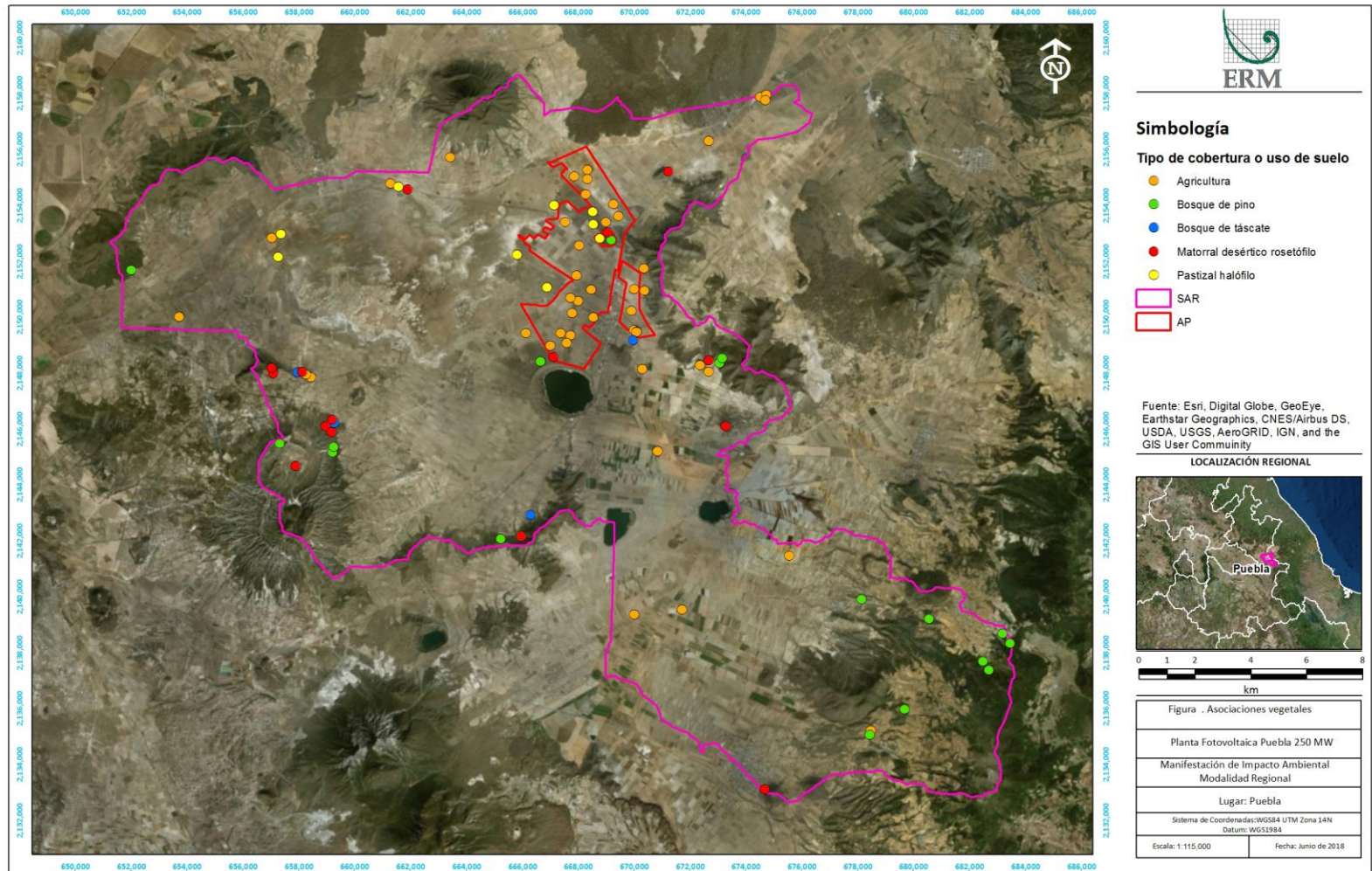


Figura 4.27 Ubicación de las unidades de muestreo de vegetación y asociación vegetal

El grupo más grande fue la Agricultura (A) con 45 UM totales, 24 en el AP (18 UME y 6 UMD) y 21 UM en el SAR (12 UME y 9 UMD), seguido por Bosque de Pino con 17 UM en total, todas ellas en el SAR (12 UME y 5 UMD), el Matorral Desértico Rosetófilo (MDR) con 15 UM todas ubicadas en el SAR (7 UME y 8 UMD), posteriormente en orden de importancia el Pastizal Halófito con 9 UM distribuidas 7 UM en el SAR y 2 en el AP y por último, el Bosque de Tascate (BT) con las 4 UM restantes. A continuación, se describirán las características de cada uno de los tipos de vegetación:

I. *Bosque de Pino (BP).*

El BP estuvo representado por 11 parcelas, este tipo de vegetación se presentó exclusivamente en el SAR (Figura 4.28). Las especies dominantes de la asociación del Bosque de Pino fueron especies como *Nolina parviflora*, *Pinus cembroides*, *Baccharis conferta*, *Muhlenbergia dubia*, *Pinus pseudostrobus* var. *pseudostrobus*, *Pinus teocote* y *Opuntia spinulifera*. De ellas *Nolina parviflora*, *Baccharis conferta*, *Pinus teocote* y *Opuntia spinulifera* son especies endémicas a México.

La riqueza total fue de 44 especies. El promedio de especies por UM fue de 7.18 especies, la abundancia promedio fue de 29 individuos por UM con un máximo de 45 individuos de las UM FA-1-SAR-16 y FA-1-SAR-25, mientras que el mínimo fue de 13 individuo en la UM FA-2-SAR-28.

La altura promedio del Bosque de Pino fue de 6.97 m en el estrato arbóreo, en el estrato arbustivo fue de 2.05 m, en el estrato sufrútice de 0.48 m, y en el estrato herbáceo fue de 0.27 m. El área basal por hectárea del estrato arbóreo fue de 49.35 m²•ha⁻¹, mientras que en el arbustivo fue de 0.75 m²•ha⁻¹. La cobertura promedio por hectárea en el estrato arbóreo fue de 3254.36 m²•ha⁻¹, en el estrato arbustivo, ésta fue de 470 m²•ha⁻¹, mientras que en el estrato sufrútice fue de 5,552.22 m²•ha⁻¹ y en el estrato herbáceo fue de 5,430 m²•ha⁻¹. Los detalles estructurales generales de este tipo de vegetación se encuentran en la Tabla 4.11.

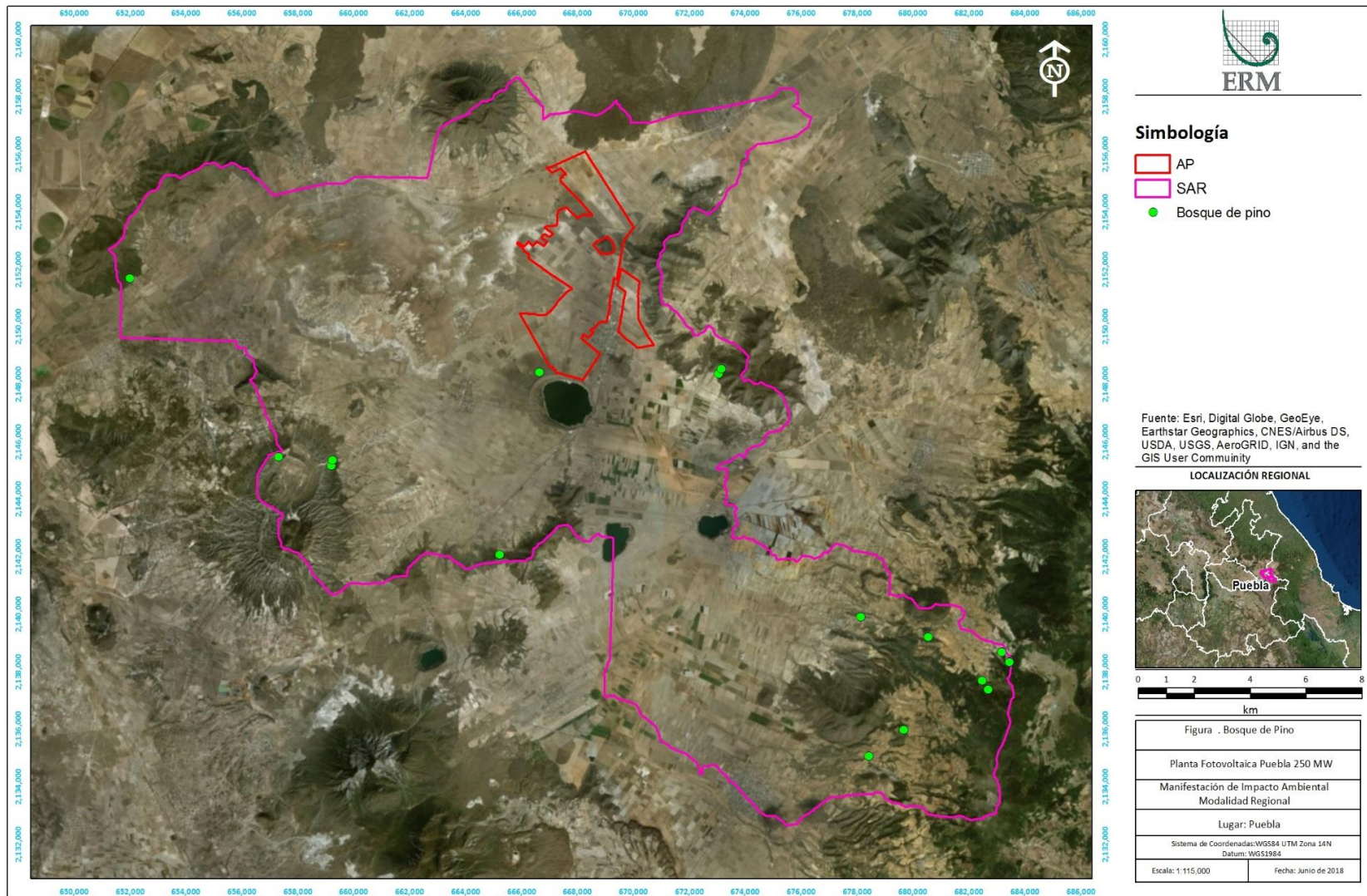


Figura 4.28 Ubicación de las unidades de muestreo de Bosque de Pino.

Tabla 4.11. Resumen estructural del Bosque de Pino.

Sitio	S	Abun	Hm Arbórea	Hm Arbustiva	Hm Sufrútice	Hm Herbácea	AB Arbórea	AB Arbustiva	COB Arbórea	COB Arbustiva	COB Sufrútice	COB Herbácea
FA-1-SAR-16	9	45	4.81	2.37	0.59	0.18	18.68	0.15	873.5	601	13490	1800
FA-1-SAR-17	9	32	4.70	-	0.45	0.34	15.07	-	743	-	4520	8100
FA-1-SAR-25	10	45	4.70	-	0.19	0.14	15.38	-	1018	-	3420	2500
FA-1-SAR-27	10	37	4.55	-	0.13	0.56	18.32	-	3082	-	920	5700
FA-1-SAR-36	5	19	4.91	1.7	-	0.3	30.79	0.04	5993	1189	-	600
FA-2-SAR-21	7	30	4.10	-	1.53	0.19	104.2	-	3156	-	10720	6000
FA-2-SAR-24	4	22	9.97	-	0.45	0.01	106	-	4350	-	10	3100
FA-2-SAR-26	5	34	7.96	2.60	0.96	0.02	101.9	4.07	4942	589	2360	8000
FA-2-SAR-27	7	21	8.57	2.15	-	1.1	80.01	0.22	5143	151	-	9500
FA-2-SAR-28	6	13	15.60	1.60	0.69	-	27.71	0.01	3026	196	8280	-
FA-2-SAR-30	7	24	17.50	1.40	0.76	0.32	24.76	0.03	3472	94	6250	9000
Total	44	29	7.94	1.94	0.67	0.32	49.35	0.75	3254.36	470	5552	5430

NOTAS: riqueza específica. Abun, número total de individuos dentro de la UM. Hm Ar, altura media del estrato arbóreo, Hm Ab, altura media del estrato arbustivo, Hm Su, altura media del estrato sufrútice, Hm H, altura media del estrato herbáceo. AB ha-1 Arbóreo, área basal total del estrato arbóreo (m²), AB ha-1 Arbustivo, área basal total del estrato arbustivo (m²). COB ha-1 Ar, cobertura del estrato arbóreo (m²), COB ha-1 Ab, cobertura del estrato arbustivo (m²), COB ha-1 Sufrútice, cobertura del estrato sufrútice (m²), COB ha-1 Herbáceo, cobertura del estrato herbáceo (m²).

Estructura por estrato del Bosque de Pino

Una vez reconocida la identidad de este tipo de vegetación se realizó un análisis más a detalle para cada uno de los estratos identificados. Los resultados encontrados por estrato para el BP se presentan a continuación.

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo del Bosque de Pino se compuso por 10 especies de las cuales la más importante fue *Nolina parviflora*, seguida de *Pinus cembroides* y *Pinus teocote* (Tabla 4.12). Otras especies importantes en el estrato arbóreo fueron *Pinus pseudostrobus* var. *pseudostrobus*, *Yucca periculosa*, *Alnus acuminata*, *Quercus rugosa* y *Quercus greggii*. El estrato arbóreo tuvo una altura promedio de 7.94 m, mientras que la altura máxima fue de *Pinus pseudostrobus* var. *pseudostrobus* con 25 m. *Pinus cembroides* fue la especie que presentó la mayor área basal con 15.99 m²•ha⁻¹.

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo del Bosque de Pino se compuso por 5 especies, entre las cuales la más importante fue *Baccharis conferta* ya que ésta especie acumuló casi la mitad del VIR del estrato arbustivo. *B. conferta* es una especie de la familia de las compuestas, nativa del eje volcánico transversal, con una preferencia de crecimiento en los bordes o caminos de las masas forestales. Otras especies que se encuentran en este estrato fueron *Pinus cembroides*, *Ceanothus caeruleus*, *Astragalus coccineus* y *Juniperus deppeana*. Este estrato presentó una altura promedio de 1.97 m. La altura máxima del estrato arbustivo correspondió a un individuo de *Baccharis conferta* con una altura de 2.9 m. La especie con mayor área basal fue *Baccharis conferta* con un área basal de 0.39 m²•ha⁻¹ (Tabla 4.13).

Estrato sufrútice

La especie más importante fue la palma soyato (*Nolina parviflora*), que representó casi una tercera parte del VIR. Otras especies encontradas en el estrato sufrútice fueron *Opuntia canta*, *Dasyllirion acrotrichum*, *Mammillaria haageana*, *Agave horrida*, *Hechtia* sp. 1, *Mammillaria discolor* y *Opuntia cantabrigiensis*. El estrato sufrútice presentó una altura promedio de 0.64 m; por otro lado, la altura máxima fue de *Nolina parviflora* con 2.5 m (Tabla 4.14). En el estrato sufrútice del Bosque de Pino tuvo una riqueza total de 14 especies.

Estrato herbáceo y juveniles

En este estrato la especie dominante fue *Muhlenbergia dubia*, la cual acumuló casi una quinta parte del total del VIR para este estrato. Otras especies encontradas en el estrato herbáceo fueron *Muhlenbergia macroura*, *Bouteloua simplex*, *Arenaria lycopodioides*, *Muhlenbergia versicolor*, *Gamochoeta purpurea* y *Chrysactinia mexicana*. En este estrato se encuentran también registradas plántulas de *Pinus cembroides* e

individuos jóvenes de arbustos como *Baccharis conferta* y *Croton dioicus*. Los datos estructurales del estrato herbáceo se encuentran en la Tabla 4.15.

Tabla 4.12. Resumen estructural del estrato arbóreo del Bosque de Pino.

Especies	Ind	D•ha ⁻¹ ₁	Dr	Hm	Hmax	ABt	AB•ha ⁻¹ ₁	ABm	ABr	COBt	COB•ha ⁻¹ ₁	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Nolina parviflora</i>	20	90.91	28.17	3.73	6.8	1.99	9.06	0.1	18.35	82.81	376.4	4.14	11.57	54.55	27.26	24.6
<i>Pinus cembroides</i>	16	72.73	22.54	8.22	11	3.52	15.99	0.22	32.39	286.7	1303	17.92	40.05	36.36	18.17	24.37
<i>Pinus teocote</i>	20	90.91	28.17	8.28	20	2.01	9.13	0.1	18.5	124.2	564.6	6.21	17.35	27.27	13.64	20.1
<i>Pinus pseudostrobus</i>	5	22.73	7.04	16.52	25	1.57	7.13	0.31	14.44	148.1	673.1	29.62	20.68	18.18	9.09	10.19
<i>Yucca periculosa</i>	4	18.18	5.63	3.72	6.32	0.31	1.41	0.08	2.86	12.05	54.7	3.01	1.68	18.18	9.09	5.86
<i>Alnus acuminata</i>	1	4.55	1.41	11.5	11.5	0.64	2.89	0.64	5.86	47.73	216.9	47.73	6.67	9.09	4.55	3.94
<i>Quercus rugosa</i>	2	9.09	2.82	3.23	4.35	0.44	1.99	0.22	4.03	5.76	26.1	2.88	0.8	9.09	4.55	3.8
<i>Quercus greggii</i>	1	4.55	1.41	2.1	2.1	0.35	1.6	0.35	3.23	2.71	12.3	2.71	0.38	9.09	4.55	3.06
<i>Salix paradoxa</i>	1	4.55	1.41	3.68	3.68	0.03	0.13	0.03	0.26	3.23	14.6	3.23	0.45	9.09	4.55	2.07
<i>Quercus laurina</i>	1	4.55	1.4	1.86	1.86	0.01	0.04	0.01	0.07	2.63	11.9	2.63	0.37	9.09	4.55	2.01
Total	10	322.75	100	6.284	11.5	10.87	49.37	0.206	99.99	715.92	3253.6	12.008	100	199.99	100	100

NOTA: Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. ABt, área basal total (m²), AB•ha⁻¹ área basal total (m²•ha⁻¹), ABm, área basal promedio (m²), ABr, área basal relativa. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura por ha, COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta. Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Tabla 4.13. Resumen estructural del estrato arbustivo del Bosque de Pino.

Ten	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	ABt	AB•ha ⁻¹	ABm	ABr	COBt	COB•ha ⁻¹	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Baccharis conferta</i>	3	27.27	27.27	2.45	2.90	0.04	0.39	0.01	94.85	7.40	67.27	2.47	26.24	33.33	33.33	51.82
<i>Pinus cembroides</i>	3	27.27	27.27	2.37	2.50	0.01	0.01	-	3.34	6.01	54.64	2.00	21.31	16.67	16.67	15.76
<i>Ceanothus caeruleus</i>	3	27.27	27.27	1.70	2.05	0.01	-	-	0.91	11.89	108.10	3.96	42.16	16.67	16.67	14.95
<i>Astragalus coccineus</i>	1	9.09	9.09	1.40	1.40	0.01	-	-	0.69	0.94	8.55	0.94	3.33	16.67	16.67	8.81
<i>Juniperus deppeana</i>	1	9.09	9.09	1.60	1.60	0.01	-	-	0.22	1.96	17.82	1.96	6.95	16.67	16.67	8.66
TOTAL	11	99.99	100	1.904	2.9	0.04	0.4	0.01	100	28.2	256.38	2.2610	100	100	100	100

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. ABt, área basal total (m²), AB•ha⁻¹ área basal total (m²•ha⁻¹), ABm, área basal promedio (m²), ABr, área basal relativa. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura por ha, COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta. Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Tabla 4.14. Resumen estructural del estrato sufrútice del Bosque de Pino.

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Nolina parviflora</i>	24	2182	20.34	1.12	2.50	29.35	2668	1.22	58.74	77.78	22.58	33.88
<i>Opuntia spinulifera</i>	34	2818	26.27	0.34	1.03	7.06	641.8	0.23	14.13	44.44	12.9	17.77
<i>Dasylirion acrotrichum</i>	7	636	5.93	1.05	1.30	6.9	627.3	0.99	13.81	33.33	9.68	9.81
<i>Mammillaria haageana</i>	18	1636	15.25	0.05	0.20	0.01	0.91	0.01	0.02	33.33	9.68	8.32
<i>Hechtia sp. 1</i>	4	363	3.39	0.39	0.96	2.41	219.1	0.60	4.82	22.22	6.45	4.89
<i>Mammillaria discolor</i>	8	727	6.78	0.03	0.10	0.02	1.82	0.01	0.04	22.22	6.45	4.42
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	4	363	3.39	0.27	0.40	0.64	58.18	0.16	1.28	22.22	6.45	3.71
<i>Hechtia roseana</i>	5	454	4.24	0.38	0.53	1.17	106.4	0.23	2.34	11.11	3.23	3.27
<i>Yucca periculosa</i>	4	363	3.39	0.33	0.51	0.26	23.64	0.06	0.52	11.11	3.23	2.38
<i>Opuntia engelmannii</i>	1	90	0.85	0.63	0.63	0.34	30.91	0.34	0.68	11.11	3.23	1.58
<i>Agave salmiana</i>	1	90	0.85	0.50	0.50	0.17	15.45	0.17	0.34	11.11	3.23	1.47
<i>Opuntia leucotricha</i>	1	90	0.85	0.45	0.45	0.01	0.91	0.01	0.02	11.11	3.23	1.36
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	1	90	0.85	0.03	0.03	0.01	0.91	0.01	0.01	11.11	3.23	1.36
TOTAL	112	9902	92.38	0.43	1.03	48.35	4395.33	0.31	96.75	322.20	93.57	94.22

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta, Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Tabla 4.15. Resumen estructural del estrato herbáceo del Bosque de Pino.

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Muhlenbergia dubia</i>	29	26364	23.77	0.17	0.50	1.20	1091.00	0.40	22.10	30	10.34	18.74
<i>Muhlenbergia macroura</i>	10	9091	8.20	1.10	1.10	0.95	863.60	0.95	17.50	10	3.45	9.71
<i>Bouteloua simplex</i>	21	19091	17.21	0.06	0.10	0.25	227.30	0.12	4.60	20	6.90	9.57
<i>Arenaria lycopodioides</i>	18	16364	14.75	0.11	0.13	0.04	36.36	0.01	0.74	30	10.34	8.61
<i>Muhlenbergia versicolor</i>	5	4545	4.10	0.94	1.25	0.80	727.30	0.40	14.73	20	6.90	8.58
<i>Gamochaeta purpurea</i>	5	4545	4.10	0.45	0.45	0.70	636.40	0.70	12.89	10	3.45	6.81
<i>Chrysactinia mexicana</i>	2	1818	1.64	0.24	0.30	0.51	463.60	0.26	9.39	20	6.90	5.98
<i>Cardionema ramosissimum</i>	7	6364	5.74	0.04	0.05	0.06	54.55	0.03	1.10	20	6.90	4.58
<i>Salvia thymoides</i>	6	5455	4.92	0.01	0.01	0.20	181.80	0.20	3.68	10	3.45	4.02
<i>Pinus cembroides</i>	2	1818	1.64	0.06	0.12	0.02	18.18	0.01	0.37	20	6.90	2.97

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Achnatherum editorum</i>	1	909	0.82	0.30	0.30	0.20	181.80	0.20	3.68	10	3.45	2.65
<i>Dalea aenigma</i>	2	1818	1.64	0.30	0.30	0.15	136.40	0.15	2.76	10	3.45	2.62
<i>Euphorbia serpens</i>	3	2727	2.46	0.05	0.05	0.10	90.91	0.10	1.84	10	3.45	2.58
<i>Baccharis conferta</i>	2	1818	1.64	0.02	0.02	0.10	90.91	0.10	1.84	10	3.45	2.31
<i>Distichlis spicata</i>	3	2727	2.46	0.20	0.20	0.05	45.45	0.05	0.92	10	3.45	2.28
<i>Croton dioicus</i>	2	1818	1.64	0.13	0.13	0.01	9.09	0.01	0.18	10	3.45	1.76
<i>Ageratina mairetiana</i>	1	909	0.82	0.40	0.40	0.05	45.45	0.05	0.92	10	3.45	1.73
<i>Stevia salicifolia</i>	1	909	0.82	0.81	0.81	0.02	18.18	0.02	0.37	10	3.45	1.55
<i>Aristida divaricata</i>	1	909	0.82	0.35	0.35	0.01	9.09	0.01	0.18	10	3.45	1.48
<i>Castilleja tenuiflora</i>	1	909	0.82	0.20	0.20	0.01	9.09	0.01	0.18	10	3.45	1.48
TOTAL	122	110908	100	0.297	6.77	5.43	4936.46	0.189	100	290	100	100

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta, Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Tabla 4.16 Comparación de las principales características de los distintos estratos del BP del SAR.

Estrato	Riqueza total	D•ha ⁻¹	Hm	Hmax	AB•ha ⁻¹	COB•ha ⁻¹
Arbóreo	10	322.72	6.97	25	49.35	3254.36
Arbustivo	5	100	2.05	2.9	0.41	256.36
Sufrútice	14	10727.27	0.48	2.5		4542.72
Herbáceo	20	110909.1	0.27	1.25		4936.36

D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), AB•ha⁻¹ área basal total (m²•ha⁻¹).

Composición florística del Bosque de Pino

El Bosque de Pino se localizó en las laderas de cerros en los límites del SAR. Se pueden distinguir dos tipos de BP; el primero se desarrolla en las laderas secas de las cordilleras, en el ecotono entre el matorral desértico rosetófilo y en ocasiones con los bosques de *Pinus pseudostrobus* y los bosques de oyamel que se desarrollan en lugares más altos o con mayor humedad.

El bosque de Pino piñonero está asociado a suelos volcánicos de cenizas. Las especies que se pueden encontrar en el dosel son mayormente el pino piñonero (*P. cembroides*), la yuca (*Yucca decipens*) y el sotol (*Nolina parviflora*), estas dos últimas son capaces de distribuirse en todos los tipos de vegetación en la zona, por lo que crean un gradiente en la composición con los matorrales y el bosque de táscate.

La composición florística registrada en el Bosque de Pino fue de 74 especies, distribuidas en 54 géneros y 27 familias. De las 74 especies registradas, 19 especies fueron registradas sólo durante los recorridos realizados en la zona y el resto se encontró tanto en recorridos como en los muestreos. Este tipo de vegetación sólo estuvo presente en el SAR.

Las familias que tuvieron un mayor número de especies fueron Asteraceae (9 spp.), Poaceae (8 spp.), Cactaceae (7 spp.), Fabaceae (6 spp.), Asparagaceae, Fagaceae y Pinaceae (cada una con 5 spp.), Euphorbiaceae, Pteridaceae, y Rosaceae (cada una con 3 spp), Bromeliaceae, Caryophyllaceae y Lamiaceae (cada una con 2 spp.) y el resto de las familias tuvieron una especie y juntas representan el 19% del total (Figura 4.29).

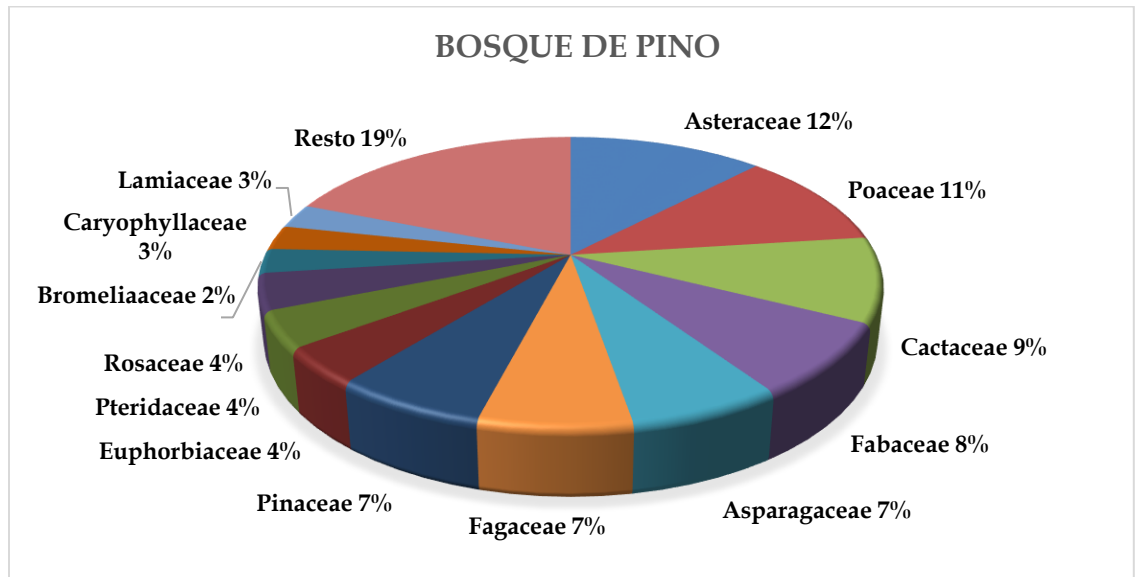


Figura 4.29 Porcentaje de especies por familia registradas en el Bosque de Pino en el SAR.

II. *Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)*

El MDR estuvo conformado por 7 parcelas, el matorral se encontró exclusivamente en el SAR (Figura 4.30). Las especies dominantes de la asociación de MDR fueron especies como *Juniperus deppeana*, *Opuntia spinulifera*, *Yucca periculosa* y *Nolina parviflora*.

La riqueza total fue de 34 especies. El promedio de especies por UM fue de 8.57, mientras que la UM con mayor riqueza fue FA-1-SAR-37, con 12 especies. La riqueza más baja fue de 7 especies y estuvo presente en las UM FA-1-SAR-45 y FA-2-SAR-32. La abundancia promedio fue de 46 individuos por UM, con un máximo de 75 individuos en la UM FA-1-SAR-5; mientras que el mínimo fue de 11 individuos en las UM FA-1-SAR-44.

La altura promedio fue de 4.09 m en el estrato arbóreo, en el estrato arbustivo fue de 2.08 m, en el estrato sufrútice de 0.71 0.69 m, y en el estrato herbáceo fue de 0.22 m. El área basal por ha del estrato arbóreo fue de 114.5 m²•ha⁻¹, mientras que en el estrato arbustivo fue de 0.22 m²•ha⁻¹. La cobertura promedio por hectárea en el estrato arbóreo fue de 1,875.33 m²•ha⁻¹, en el estrato arbustivo fue de 409.4 m²•ha⁻¹, mientras que en el estrato sufrútice fue de 8,528.57 m²•ha⁻¹ y en el estrato herbáceo fue de 6,557.14 m²•ha⁻¹. Los detalles estructurales generales de este tipo de vegetación se encuentran en la Tabla 4.17.

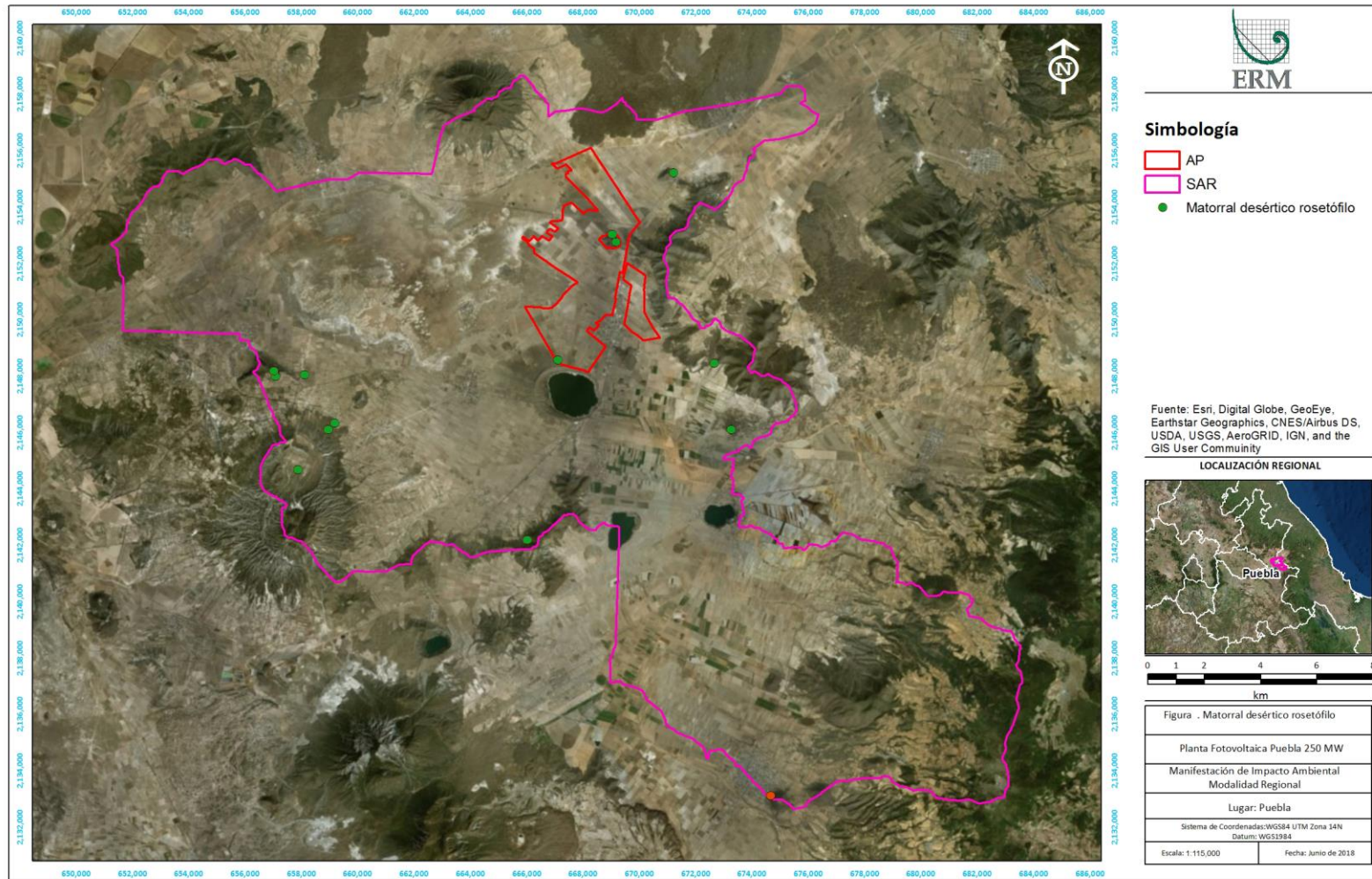


Figura 4.30 *Ubicación de las unidades de muestreo de Matorral Desértico Rosetófilo. Alchichica, Puebla.*

Tabla 4.18. Resumen estructural del MDR.

Sitio	S	Abun	Hm				AB		COB		COB		COB	
			Arbórea	Arbustiva	Sufrútice	Herbácea	Arbórea	Arbustiva	Arbórea	Arbustiva	Sufrútice	Herbácea		
FA-1-SAR-37	12	49	2.60	2.50	0.33	0.46	2.26	0.09	113.0	281	5010	5800		
FA-1-SAR-40	9	67	4.61	1.66	1.10	0.10	7.83	0.02	2360.0	172	7540	2800		
FA-1-SAR-44	8	11	5.00	-	1.06	0.18	12.86	-	3177.0	-	8620	1500		
FA-1-SAR-45	7	55	4.58	2.22	0.42	0.30	18.28	0.14	2812.0	585	8150	9700		
FA-1-SAR-5	9	75	3.29	2.46	0.67	0.28	17.11	0.26	2206.0	694	22250	5500		
FA-2-SAR-7	8	41	5.75	1.47	0.68	0.20	628.6	0.58	583.5	315	3970	7600		
FA-2-SAR-32	7	24	-	-	0.70	0.40	-	-	-	-	4160	13000		
TOTAL	34		4.3	2.6	0.71	0.27	114.5	0.22	1875.33	409.4	8,528.57	6,557.14		

S, riqueza específica. Abun, número total de individuos dentro de la parcela. Hm, altura media de cada estrato (arbóreo, arbustivo, sufrútice y herbáceo; m). AB, área basal de los estratos arbóreo y arbustivo; m²•ha⁻¹). COB, cobertura de cada estrato (arbóreo, arbustivo, sufrútice y herbáceo; m²•ha⁻¹).

Estructura por estrato del MDR

Una vez reconocidas las parcelas que conforman este tipo de vegetación se realizó un análisis más a detalle para cada uno de los estratos identificados. Los resultados encontrados por estrato para el MDR se presentan a continuación.

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo del MDR se compuso por 3 especies: *Yucca periculosa*, *Nolina parviflora* y *Juniperus deppeana* (Tabla 4.21). Entre éstas, la más importante fue *Yucca periculosa*, con una VIR de casi la mitad de dicho estrato. El estrato arbóreo tuvo una altura promedio de 4.3 m, mientras que la altura máxima fue de *Juniperus deppeana* con 6.7 m. *Yucca periculosa* fue la especie que presentó la mayor área basal con 90.91 m²•ha⁻¹.

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo del MDR se compuso por 4 especies, entre las cuales la más importante fue *Juniperus deppeana* (Tabla 4.22). Otras especies que aparecieron en este estrato fueron *Yucca periculosa*, *Senecio salicifolia* y *Buddleja perfoliata*. Este estrato presentó una altura promedio de 2.06 m. La altura máxima del estrato arbustivo correspondió a un individuo de *Juniperus deppeana* con una altura de 3.11 m. La especie con mayor área basal fue *Yucca periculosa* con un área basal con 0.08 m²•ha⁻¹.

Estrato sufrútice

El estrato sufrútice del MDR tuvo un total de 14 especies (Tabla 4.23). La especie dominante fue *Opuntia canta*, con casi la mitad del VIR de este estrato. Otras especies encontradas en el estrato sufrútice con una importancia considerablemente menor fueron *Nolina parviflora*, *Agave salmiana*, *Yucca periculosa*, *Opuntia espina rosa*, *Mammillaria discolor*, *Opuntia velutin*. El estrato sufrútice presentó una altura promedio de 0.71 m, por otro lado, la altura máxima fue de *Yucca periculosa* con 2.1 m.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo del MDR tuvo un total de 19 especies (Tabla 4.19). La especie dominante fue *Aristida divaricata*, con aprox. un 20% del VIR de este estrato. Otras especies encontradas en el estrato herbáceo fueron *Distichlis spicata*, *Bouteloua simplex*, *Aristida sp. 2*, *Erigeron pubescens*, *Dalea aenigma*, *Muhlenbergia versicolor*, *Dalea bicolor* y *Galium fuscum*.

Tabla 4.20. Resumen estructural del estrato arbóreo de la MDR.

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	H max	ABt	AB•ha ⁻¹ ₁	ABm	ABr	COBt	COB•ha ⁻¹ ₁	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Yucca periculosa</i>	5	35.71	23.81	4.35	6.3	12.73	90.91	2.55	92.63	17.2	122.9	3.44	7.64	50	27.27	47.9
<i>Nolina parviflora</i>	10	71.43	47.62	2.98	4.3	0.47	3.37	0.05	3.43	38.41	274.4	3.84	17.07	66.67	36.36	29.14
<i>Juniperus deppeana</i>	6	42.86	28.57	5.7	6.7	0.54	3.86	0.09	3.94	169.4	1210	28.24	75.29	66.67	36.36	22.96
TOTAL	21	150	100	4.34	6.7	13.74	98.14	0.89	100	225.01	1607.3	11.84	100	183.34	100	100

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. ABt, área basal total (m²), AB•ha⁻¹ área basal total (m²•ha⁻¹), ABm, área basal promedio (m²), ABr, área basal relativa. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura por ha, COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta. Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Tabla 4.21. Resumen estructural del estrato arbustivo de la MDR.

Especies	Ind	D•ha ⁻¹ ₁	Dr	Hm	Hmax	ABt	AB•ha ⁻¹ ₁	ABm	ABr	COBt	COB•ha ⁻¹ ₁	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Juniperus deppeana</i>	4	57.14	57.14	2.41	3.11	0	0.07	0	44.69	15.6	222.9	3.9	76.21	60	50	50.61
<i>Yucca periculosa</i>	1	14.29	14.29	1.53	1.53	0.01	0.08	0.01	52.79	0.49	7	0.49	2.39	20	16.67	27.92
<i>Senecio salicifolia</i>	1	14.29	14.29	1.66	1.66	0	0	0	1.58	1.72	24.57	1.72	8.4	20	16.67	10.85
<i>Buddleja perfoliata</i>	1	14.29	14.29	1.4	1.4	0	0	0	0.93	2.66	38	2.66	12.99	20	16.67	10.63
TOTAL	7	100	100	1.75	3.11	0.01	0.15	0.0025	100	20.47	292.47	2.19	100	120	100	100

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. ABt, área basal total (m²), AB•ha⁻¹ área basal total (m²•ha⁻¹), ABm, área basal promedio (m²), ABr, área basal relativa. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura por ha, COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta. Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Tabla 4.22. Resumen estructural del estrato sufrútice de la MDR.

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Opuntia spinulifera</i>	43	6143	53.09	0.45	1.9	29.3	4186	0.68	49.08	85.71	23.08	41.75
<i>Nolina parviflora</i>	6	857.1	7.41	1	1.54	4.5	642.9	0.75	7.54	57.14	15.38	10.11
<i>Agave salmiana</i>	5	714.3	6.17	0.99	1.56	8.85	1264	1.77	14.82	28.57	7.69	9.56
<i>Yucca periculosa</i>	4	571.4	4.94	0.76	2.1	1.42	202.9	0.36	2.38	42.86	11.54	6.29
<i>Opuntia sp.</i>	1	142.9	1.23	1.1	1.1	7.54	1077	7.54	12.63	14.29	3.85	5.9
<i>Mammillaria discolor</i>	4	571.4	4.94	0.12	0.4	0.02	2.86	0	0.03	28.57	7.69	4.22
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	4	571.4	4.94	0.69	0.74	2.06	294.3	0.52	3.45	14.29	3.85	4.08
<i>Opuntia engelmannii</i>	4	571.4	4.94	0.31	0.4	1.77	252.9	0.44	2.96	14.29	3.85	3.92
<i>Agave horrida</i>	4	571.4	4.94	0.69	0.93	1.05	150	0.26	1.76	14.29	3.85	3.51
<i>Koeberlinia spinosa</i>	1	142.9	1.23	0.82	0.82	2.64	377.1	2.64	4.42	14.29	3.85	3.17
<i>Opuntia robusta</i>	2	285.7	2.47	0.74	0.9	0.4	57.14	0.2	0.67	14.29	3.85	2.33
<i>Agave salmiana subsp. crassispina</i>	1	142.9	1.23	0.29	0.29	0.13	18.57	0.13	0.22	14.29	3.85	1.77
<i>Coryphantha pycnantha</i>	1	142.9	1.23	0.06	0.06	0.01	1.43	0.01	0.02	14.29	3.85	1.7
<i>Echeveria sp.</i>	1	142.9	1.23	0.15	0.15	0.01	1.43	0.01	0.02	14.29	3.85	1.7
TOTAL	81	11571.6	100	0.58	1.56	59.7	8528.53	1.09	100	371.46	100	100

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta, Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Tabla 4.23. Resumen estructural del estrato herbáceo de la MDR.

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Aristida divaricata</i>	58	82857	27.23	0.37	0.5	1.12	1600	0.28	24.4	57.14	16.67	22.77
<i>Distichlis spicata</i>	23	32857	10.8	0.23	0.35	0.56	800	0.19	12.2	42.86	12.5	11.83
<i>Bouteloua simplex</i>	32	45714	15.02	0.15	0.15	0.35	500	0.35	7.63	14.29	4.17	8.94
<i>Aristida sp. 2</i>	7	10000	3.29	0.8	0.8	0.7	1000	0.7	15.25	14.29	4.17	7.57
<i>Erigeron pubescens</i>	33	47143	15.49	0.04	0.04	0.05	71.43	0.05	1.09	14.29	4.17	6.92
<i>Dalea aenigma</i>	6	8571	2.82	0.01	0.01	0.6	857.1	0.6	13.07	14.29	4.17	6.69
<i>Muhlenbergia versicolor</i>	6	8571	2.82	1.1	1.1	0.4	571.4	0.4	8.71	14.29	4.17	5.23
<i>Dalea bicolor</i>	10	14286	4.69	0.01	0.01	0.15	214.3	0.15	3.27	14.29	4.17	4.04
<i>Galium fuscum</i>	11	15714	5.16	0.15	0.15	0.03	42.86	0.03	0.65	14.29	4.17	3.33
<i>Bouvardia ternifolia</i>	10	14286	4.69	0.18	0.18	0.05	71.43	0.05	1.09	14.29	4.17	3.32

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Juniperus deppeana</i>	3	4286	1.41	0.4	0.4	0.2	285.7	0.2	4.36	14.29	4.17	3.31
<i>Helianthemum patens</i>	5	7143	2.35	0.12	0.12	0.15	214.3	0.15	3.27	14.29	4.17	3.26
<i>Agave applanata</i>	2	2857	0.94	0.1	0.1	0.1	142.9	0.1	2.18	14.29	4.17	2.43
<i>Heterotheca inuloides</i>	2	2857	0.94	0.15	0.15	0.05	71.43	0.05	1.09	14.29	4.17	2.06
<i>Acalypha phleoides</i>	1	1429	0.47	0.04	0.04	0.02	28.57	0.02	0.44	14.29	4.17	1.69
<i>Berberis trifolia</i>	1	1429	0.47	0.12	0.12	0.02	28.57	0.02	0.44	14.29	4.17	1.69
<i>Euphorbia serpens</i>	1	1429	0.47	0.02	0.02	0.02	28.57	0.02	0.44	14.29	4.17	1.69
<i>Chrysactinia mexicana</i>	1	1429	0.47	0.01	0.01	0.01	14.29	0.01	0.22	14.29	4.17	1.62
<i>Koelerlinia spinosa</i>	1	1429	0.47	0.35	0.35	0.01	14.29	0.01	0.22	14.29	4.17	1.62
TOTAL	213	304287	100	0.23	1.1	4.59	6557.14	0.18	100	342.93	100	100

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta, Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%

Tabla 4.24 Comparación de las principales características de los distintos estratos del MDR.

Estrato	Riqueza total	D•ha ⁻¹	Hm	Hmax	AB•ha ⁻¹	COB•ha ⁻¹
Arbóreo	3	131.25	4.09	6.7	85.87	1406.5
Arbustivo	5	112.5	2.08	3.11	0.14	301.25
Sufrútice	17	12500	0.69	3.58		10547.5
Herbáceo	23	292500	0.22	1.1		6125.0

D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), AB•ha⁻¹ área basal total (m²•ha⁻¹).

Composición florística del Matorral desértico rosetófilo

La composición florística registrada en el Matorral Desértico Rosetófilo fue de 54 especies, distribuidas en 40 géneros y 21 familias. De las 54 especies registradas, cuatro se registraron únicamente durante los recorridos realizados en la zona mientras que el resto se registró tanto en recorridos como en los muestreos. Este tipo de vegetación sólo estuvo presente en el SAR.

En cuanto a especies indicadoras, se pueden encontrar a *Koeberlina spinosa*, las diversas especies de *Agave* y *Opuntia*. Las comunidades cercanas hacen uso de este tipo de vegetación obteniendo recursos no forestales como la explotación del sotol *Nolina parviflora*, y las diversas especies de nopales. Por lo cual se considera que el estado de conservación del MDR es medio.

Las especies endémicas que se encontraron en este tipo de vegetación son principalmente de dos familias, Asparagaceae y Cactaceae. En total se encontraron 15 especies, de las cuales las que tienen una distribución más restringida son *Dalea melantha*, *Opuntia spinulifera*, *Berberis trifolia* y *Mammillaria haageana*

Las familias que tuvieron un mayor número de especies fueron Cactaceae (10 spp.), Asparagaceae y Asteraceae (cada una con 7 spp.), Poaceae (6 spp.), Euphorbiaceae y Pteridaceae (cada una con 3 spp.), Fabaceae, Pinaceae y Rubiaceae (cada una con 2 spp.) y el resto de las familias tuvieron una especie y juntas representan el 22% del total (Figura 4.31).

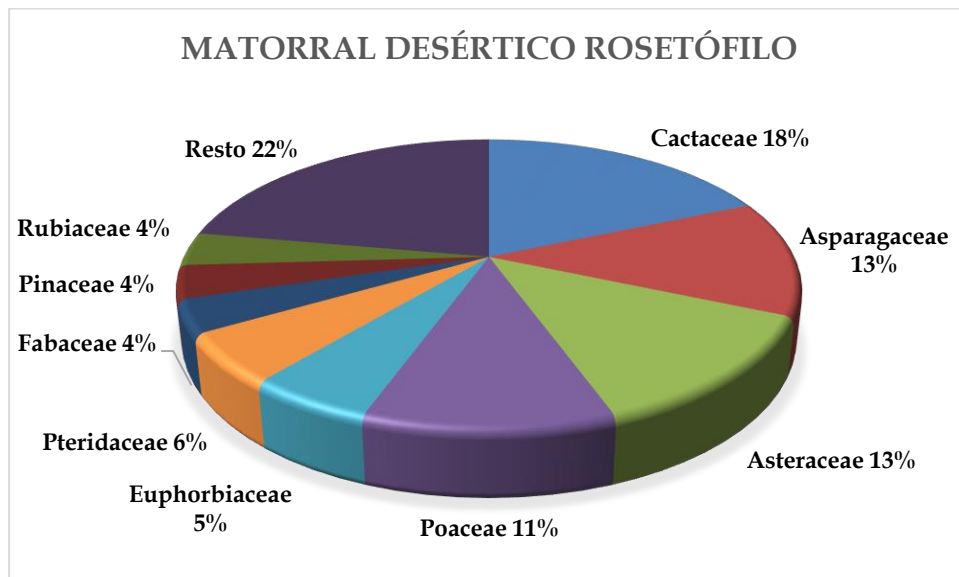


Figura 4.31 Porcentaje de especies por familia registradas en el matorral desértico rosetófilo en el SAR.

III. *Bosque de táscate (BT)*

El BT fue el tipo de vegetación menos representado en la zona de estudio, ya que estuvo conformado sólo por 3 parcelas, este tipo de vegetación se encontró exclusivamente en el SAR (Figura 4.32). La especie dominante de la asociación de BT fue *Juniperus deppeana*.

La riqueza total fue de 6 especies. El promedio de especies por parcela fue de 2.67 especies, mientras que la parcela con mayor riqueza fue FA-2-SAR-18 con 4 especies. El BT no mostró individuos en el estrato arbustivo, por lo cual no se presentan datos en dicho estrato. La altura promedio fue de 7.62 m en el estrato arbóreo, en el estrato sufrútice de 0.57 m, y en el estrato herbáceo fue de 0.7 m. El área basal por ha del estrato arbóreo fue de 21.07 m²•ha⁻¹. La cobertura promedio por hectárea en el estrato arbóreo fue de 3,694.83 m²•ha⁻¹, mientras que en el estrato sufrútice fue de 2,360 m²•ha⁻¹ y en el estrato herbáceo fue de 6,600 m²•ha⁻¹. Los detalles estructurales generales de este tipo de vegetación se encuentran en la Tabla 4.25

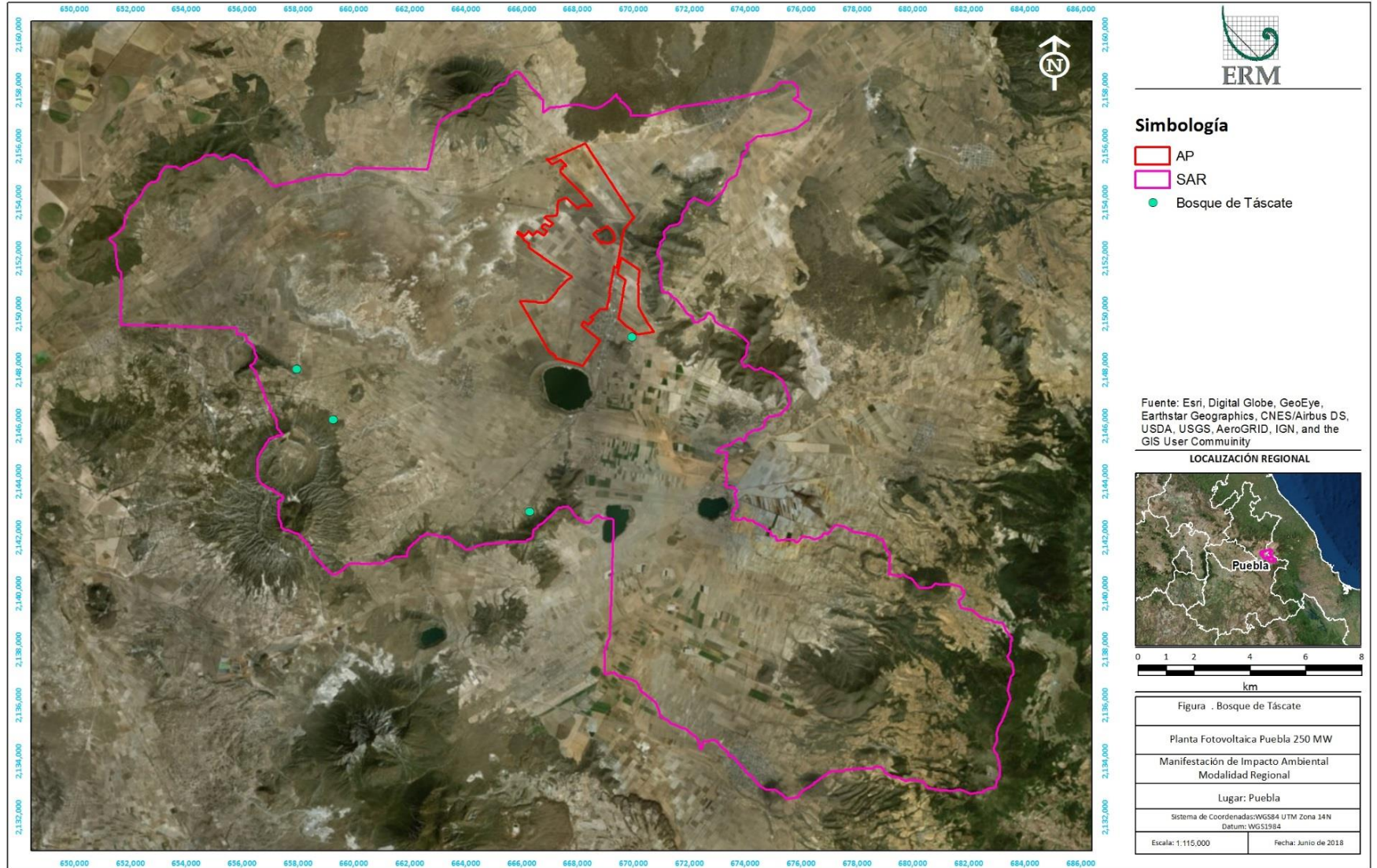


Figura 4.32 *Ubicación de las unidades de muestreo de bosque de táscate.*

Tabla 4.26. Resumen estructural del BT por parcela.

Sitio	S	Abun	Hm Arbórea	Hm Sufrútice	Hm Herbácea	AB Arbórea	COB Arbórea	COB Sufrútice	COB Herbácea
FA-1-SAR-43	1	1	8	0	0	14.61	3448	0	0
FA-2-SAR-18	4	17	6	0.57	1	5.8	1885	2360	8000
FA-2-SAR-33	3	16	8.87	0	0.41	42.8	5752	0	5200
TOTAL	6	11.33	7.62	0.57	.70	21.07	3695	2360	6600

S, riqueza específica. Abun, número total de individuos dentro de la parcela. Hm, altura media de cada estrato (arbóreo, arbustivo, sufrútice y herbáceo; m). AB, área basal de los estratos arbóreo y arbustivo; $m^2 \cdot ha^{-1}$). COB, cobertura de cada estrato (arbóreo, arbustivo, sufrútice y herbáceo; $m^2 \cdot ha^{-1}$).

Estructura por estrato del BT

Una vez reconocida la identidad de cada tipo de vegetación se realizó un análisis más a detalle para cada uno de los estratos identificados. Los resultados encontrados por estrato para el BT se presentan a continuación.

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo del BT se compuso por una sola especie *Juniperus deppeana* (Tabla 4.27). El estrato arbóreo tuvo una altura promedio de 7.62 m, con un área basal de 21.07 $m^2 \cdot ha^{-1}$. La altura máxima fue de 12 m.

Estrato sufrútice

El estrato sufrútice del BT tuvo un total de 2 especies: *Opuntia spinulifera* y *Cylindropuntia tunicata* (Tabla 4.28). De estas dos especies, la primera representó casi dos terceras partes de la importancia ecológica del estrato. El estrato sufrútice presentó una altura promedio de 0.57 m, por otro lado, la altura máxima fue de *Opuntia spinulifera* con 0.8 m.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo del BT tuvo un total de 3 especies: *Stipa ichu*, *Brassica nigra* y *Bouvardia ternifolia* (Tabla 4.29). Las primeras dos especies tuvieron una importancia ecológica bastante considerable, en comparación con la última.

Tabla 4.30. Resumen estructural del estrato arbóreo de la BT.

Especies	Ind	D•ha ⁻¹ ₁	Dr	Hm	Hmax	ABt	AB•ha ⁻¹ ₁	ABm	ABr	COBt	COB•ha ⁻¹ ₁	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Juniperus deppeana</i>	5	83.33	100	8.12	12	1.26	21.07	0.25	100	221.7	3695	44.34	100	100	100	100

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. ABt, área basal total (m²), AB•ha⁻¹ área basal total (m²•ha⁻¹), ABm, área basal promedio (m²), ABr, área basal relativa. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura por ha, COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta. Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Tabla 4.31. Resumen estructural del estrato sufrútice de la BT.

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Opuntia spinulifera</i>	2	666.7	66.67	0.7	0.8	2.17	723.3	1.08	91.95	100	50	69.54
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	1	333.3	33.33	0.3	0.3	0.19	63.33	0.19	8.05	100	50	30.46

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta, Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Tabla 4.32. Resumen estructural del estrato herbáceo de la BT.

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBm	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Stipa ichu</i>	13	43333	50	1	1	0.8	2667	0.8	60.61	50	33.33	47.98
<i>Brassica nigra</i>	10	33333	38.46	0.12	0.12	0.5	1667	0.5	37.88	50	33.33	36.56
<i>Bouvardia ternifolia</i>	3	10000	11.54	0.7	0.7	0.02	66.67	0.02	1.52	50	33.33	15.46

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta, Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Tabla 4.33 *Comparación de las principales características de los distintos estratos del BT.*

Estrato	Riqueza total	D • ha⁻¹	Hm	Hmax	AB • ha⁻¹	COB • ha⁻¹
Arbóreo	1	75	7.47	12	15.97	2861.62
Arbustivo						
Sufrútice	2	1000	0.55	0.8		692.5
Herbáceo	5	362500	0.41	1		4800.0

Composición florística del Bosque de táscate

La composición florística registrada en el Bosque de táscate fue de 12 especies, distribuidas en 12 géneros y diez familias. De las 12 especies registradas, cuatro se registraron únicamente durante los recorridos realizados en la zona mientras que el resto se registró tanto en recorridos como en los muestreos. Este tipo de vegetación sólo estuvo presente en el SAR.

El Bosque de táscate es una comunidad de transición entre las zonas secas ubicadas en sotavento y las comunidades vegetales propias de climas húmedos o semihúmedos como el bosque de encino o el bosque de pino. En la zona de estudio los bosques de Táscate son remanentes de una comunidad más ampliamente distribuida y que ahora ha sido deforestada, dejando en muchos casos parchones aislados. Comparte muchas especies con el bosque de pino y con el matorral desértico rosetófilo y en ocasiones lo que la diferencia de los otros tipos de vegetación es una mayor abundancia de *Juniperus deppeana* en el estrato arbóreo y arbustivo. Todas las especies herbáceas son consideradas malezas nativas, así como *Cylindropuntia tunicata* lo que evidencia el alto impacto y disturbio al que este tipo de vegetación está sometido

Las familias que tuvieron un mayor número de especies fueron Cactaceae y Poaceae (cada una con dos spp.) y el resto de las familias sólo contó con una especie (Figura 4.33).

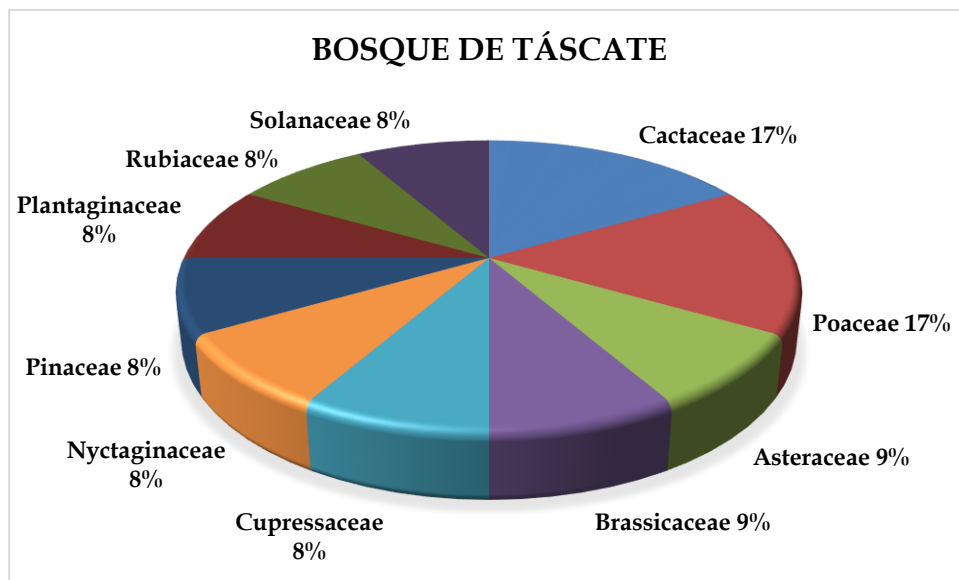


Figura 4.33 Porcentaje de especies por familia registradas en el bosque de táscate en el SAR.

IV. Pastizal Halófilo (PH)

El PH estuvo conformado por 9 parcelas, dos de ellas en el AP y 7 en el SAR (Figura 4.34), entre las especies más importantes encontradas, destacan *Bouteloua simplex* y *Distichlis spicata*.

El promedio de especies por UM fue de 2.77 especies, mientras que la UM con mayor riqueza fue FA-1-SAR-13, con 7 especies. La riqueza más baja fue de 1 especie y estuvo presente en las UM FA-1-AP-12 y FA-2-AP-3.

La abundancia promedio fue de 54.85 individuos por UM, con un máximo de 150 individuos en la UM FA-2-AP-3 y el mínimo fue de 11 individuo en la UM FA-1-SAR-31. El PH mostró únicamente individuos en los estratos sufrútice y herbáceo, por lo cual, sólo se presenta la información recabado para dichos estratos.

La altura promedio en el estrato sufrútice de 0.4 m y en el estrato herbáceo fue de 0.08 m. La cobertura promedio por hectárea en el estrato sufrútice fue de 928.33 m²•ha⁻¹ y en el estrato herbáceo fue de 6,930.77 m²•ha⁻¹. Los detalles estructurales generales de este tipo de vegetación se encuentran en la Tabla 4.34.

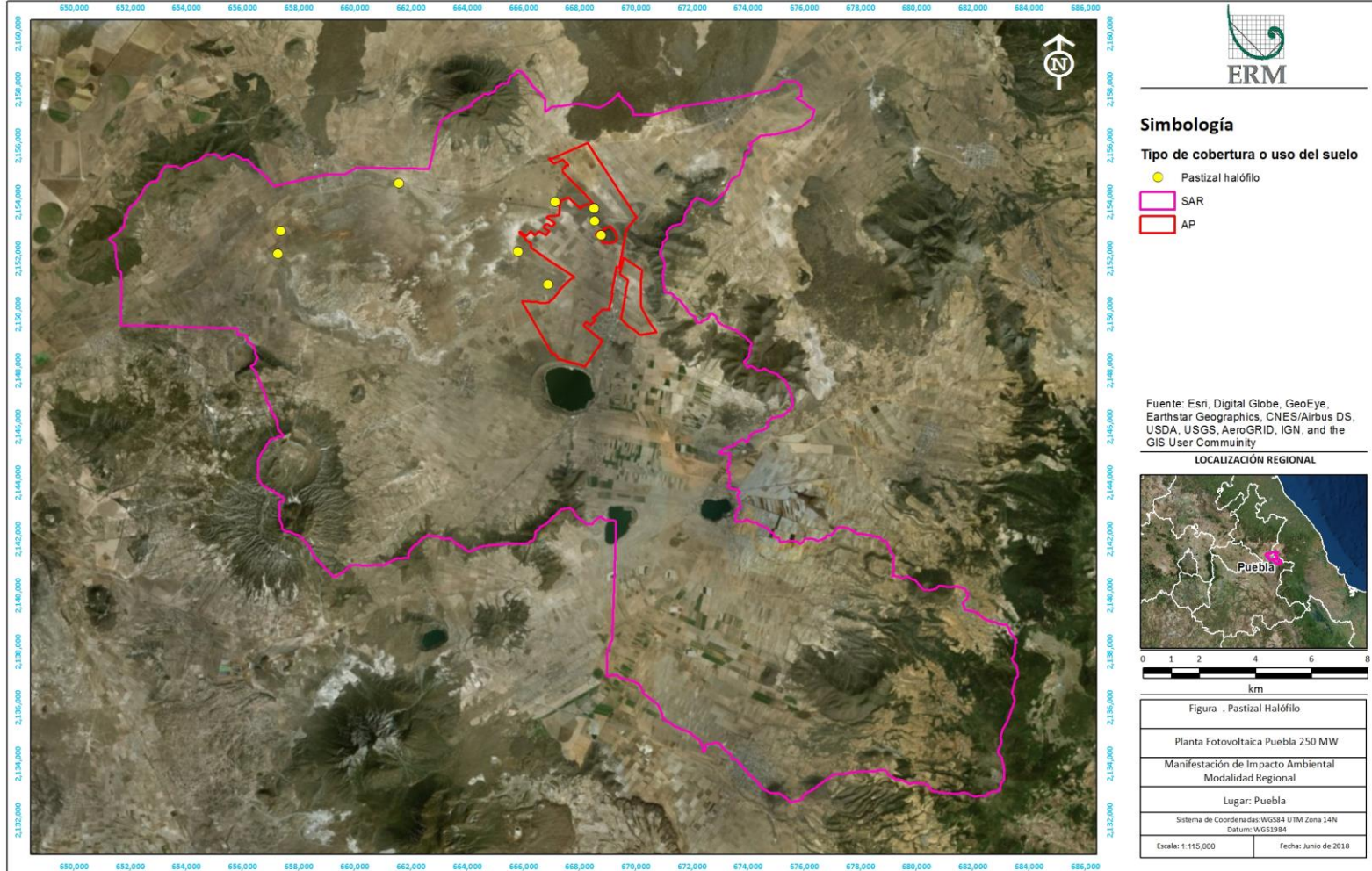


Figura 4.34 *Ubicación de las unidades de muestreo de Pastizal halófilo. Alchichica, Puebla.*

Tabla 4.35. Resumen estructural del PH en AP y SAR.

Indicador	AP	SAR
Riqueza	4.00	11.00
Abundancia (ind ·ha ⁻¹)	1000.00	5800.00
Hm Sufrútice (m)	0.02	0.91
Hm Herbáceas (m)	0.09	0.80
COB Sufrútice (m ² ·ha ⁻¹)	5.00	240.00
COB Herbácea (m ² ·ha ⁻¹)	6050.00	8140.00

S, riqueza específica. Abun, número total de individuos dentro de la parcela. Hm, altura media de cada estrato (arbóreo, arbustivo, sufrútice y herbáceo; m). AB, área basal de los estratos arbóreo y arbustivo; m² ·ha⁻¹). COB, cobertura de cada estrato (arbóreo, arbustivo, sufrútice y herbáceo; m² ·ha⁻¹).

Estructura por estrato del PH en el AP

Una vez reconocida la identidad de cada tipo de vegetación se realizó un análisis más a detalle para cada uno de los estratos identificados. Los resultados encontrados por estrato para el PH se presentan a continuación.

Estrato sufrútice

El estrato sufrútice de la Pastizal Halófilo dentro del AP presentó sólo dos individuos de la misma especie, *Coryphantha pycnacantha* (Tabla 4.36). Este estrato presentó una altura promedio y máxima iguales, equivalente a 0.02 m.

Tabla 4.37 Resumen estructural del estrato sufrútice de la Pastizal Halófilo dentro del AP.

Especies	Ind	D ·ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB ·ha ⁻¹	COBr	Fr	VIR/3
<i>Coryphantha pycnacantha</i>	2	1000	100	0	0.02	0.01	5	100	100	100

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D ·ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COBt, cobertura (m²), COB ·ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m² ·ha⁻¹), COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta, Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo de la Pastizal Halófilo dentro del AP tuvo un total de 3 especies (Tabla 4.38). La especie dominante fue *Bouteloua simplex*, ya que ésta representó un 72% del VIR del estrato. Otras especies encontradas en el estrato herbáceo fueron *Distichlis spicata* y *Atriplex linifolia*. La especie *Distichlis spiculata* forma estolones y esto les permite colonizar de manera rápida grandes extensiones de terreno.

Tabla 4.39 Resumen estructural del estrato herbáceo de la Pastizal Halófilo dentro del AP.

Especies	Ind	D ·ha ⁻¹	Dr	Hmax	COBt	COB ·ha ⁻¹	COBm	COBr	Fr	VIR/3
<i>Bouteloua simplex</i>	144	720000	80	0.18	1.05	5250	0.53	86.8	50	72.1

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBm	COBr	Fr	VIR/3
<i>Distichlis spicata</i>	35	175000	19	0.07	0.15	750	0.15	12.4	25	18.9
<i>Atriplex linifolia</i>	2	10000	1.1	0.05	0.01	50	0.01	0.83	25	8.98
Total	181	905000	100	0.18	1.21	6050	0.23	100	100	100

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta, Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Tabla 4.40 Comparación de las principales características de los distintos estratos del PH dentro del AP.

Estrato	Riqueza total	D•ha ⁻¹ total	Hm total	Hmax	AB•ha ⁻¹ total	COB•ha ⁻¹ total
Arbóreo						
Arbustivo						
Sufrútice	1	1000	0.02	0.01		5
Bajo	3	905000	0.09	1.05		6050

D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), AB•ha⁻¹ área basal total (m²•ha⁻¹).

Estructura por estrato del PH del SAR

Dentro de los sitios clasificados como Pastizal Halófilo dentro del SAR, no se detectó ningún individuo en el estrato arbóreo ni en el arbustivo.

Estrato sufrútice

El estrato sufrútice de la Pastizal Halófilo dentro del SAR tuvo un total de 5 especies (Tabla 4.41), entre las cuales las más importantes fueron *Cylindropuntia tunicata* *Opuntia sp.* y *Mammillaria discolor*. Entre estas tres especies reunieron aproximadamente el 80% del VIR de este estrato. La otra especie presente en este estrato fue *Mammillaria magnimamma* y *Coryphantha pycnantha*. El estrato sufrútice presentó una altura promedio de 0.09 m, mientras que la altura máxima se encontró en un individuo de la especie *Mammillaria discolor* con 0.6 m.

Tabla 4.42 Resumen estructural del estrato sufrútice de la Pastizal Halófilo dentro del SAR.

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	11	2200.00	37.93	0.05	0.13	0.41	82.00	34.17	50	16.67	29.59

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	1	200.00	3.45	0.49	0.49	0.54	108.00	45.00	50	16.67	21.70
<i>Mammillaria discolor</i>	7	1400.00	24.14	0.12	0.60	0.06	12.00	5.00	100	33.33	20.82
<i>Mammillaria magnimamma</i>	5	1000.00	17.24	0.13	0.30	0.17	34.00	14.17	50	16.67	16.02
<i>Coryphantha pycnacantha</i>	5	1000.00	17.24	0.03	0.03	0.02	4.00	1.67	50	16.67	11.86

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta, Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo del Pastizal Halófilo tuvo un total de 6 especies (Tabla 4.43). Las especies dominantes fue *Distichlis spicata*, la cual conformó casi el 60% del VIR de este estrato. Otras especies encontradas en el estrato herbáceo fueron *Bouteloua simplex*, *Atriplex linifolia*, *Suaeda maritima*, *Cynodon dactylon* y *Taraxacum officinale*.

Distichlis spicata y *Cynodon dactylon* son especies que forman estolones y rápidamente se colonizan el área.

Tabla 4.44 *Resumen estructural del estrato herbáceo de la Pastizal Halófilo dentro del SAR.*

Especies	Ind	D•ha ⁻¹	Dr	Hm	Hmax	COBt	COB•ha ⁻¹	COBr	Fs	Fr	VIR/3
<i>Distichlis spicata</i>	146	292000	65.2	0.1	0.25	2.86	5720	70.3	100	42	59
<i>Bouteloua simplex</i>	38	76000	17	0.1	0.15	0.95	1900	23.3	40	17	19
<i>Atriplex linifolia</i>	27	54000	12.1	0.02	0.04	0.2	400	4.91	40	17	11.2
<i>Suaeda maritima</i>	5	10000	2.23	0.1	0.06	0.03	60	0.74	20	8.3	3.77
<i>Cynodon dactylon</i>	5	10000	2.23	0.1	0.05	0.02	40	0.49	20	8.3	3.69
<i>Taraxacum officinale</i>	3	6000	1.34	0.05	0.04	0.01	20	0.25	20	8.3	3.31

Ind, número total de individuos dentro de la parcela. D•ha⁻¹, densidad de individuos por ha, Dr, densidad relativa. Hm, altura media, Hmax, altura máxima. COBt, cobertura (m²), COB•ha⁻¹, cobertura de individuos por ha (m²•ha⁻¹), COBm cobertura media (m²), COBr, cobertura relativa. Fs, frecuencia absoluta, Fr, frecuencia relativa. VIR/3 (%), Valor de Importancia Relativa dividido en tres para dar un porcentaje ajustado a 100%.

Composición florística del Pastizal halófilo

La composición florística registrada en el Pastizal halófilo fue de 23 especies distribuidas en 21 géneros y 11 familias. De todas las especies registradas en este tipo de vegetación, cuatro de ellas fueron registradas únicamente en los recorridos en la zona y el resto tanto en los muestreos como en los recorridos.

En caso del AP se registraron nueve especies, distribuidas en nueve géneros y siete familias. En el SAR se registraron 22 especies distribuidas en 20 géneros y diez familias.

Para el AP, de las nueve especies registradas, sólo una no quedó registrada en los muestreos sino en los recorridos y el resto (ocho) se registraron tanto en los muestreos como en los recorridos. Las familias que tuvieron un mayor número de especies fueron Cactaceae y Poaceae (cada una con 2 spp.) y el resto tuvo sólo una especie (Figura 4.35).

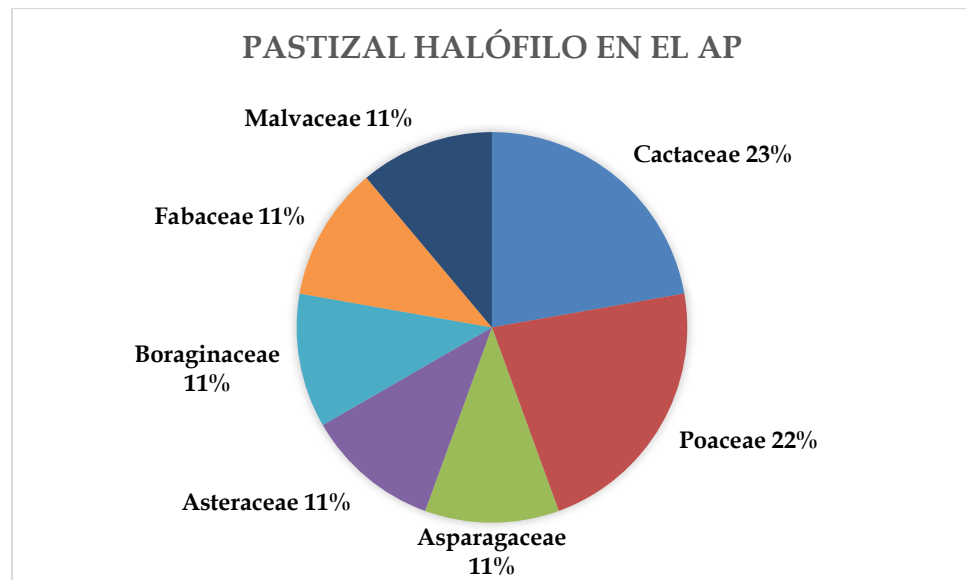


Figura 4.35 *Porcentaje de especies por familia registradas en el Pastizal halófilo en el AP.*

En el caso del SAR, de las 22 especies registradas, seis sólo fueron observadas durante los recorridos mientras que las 16 restantes se registraron tanto en recorridos como en los muestreos de vegetación. Las familias que tuvieron un mayor número de especies fueron Cactaceae (6 spp.), Poaceae (4 spp.), Asteraceae y Amaranthaceae (cada una con 3 spp.) y el resto de las familias tuvieron una especie y juntas representan el 27% del total (Figura 4.36).

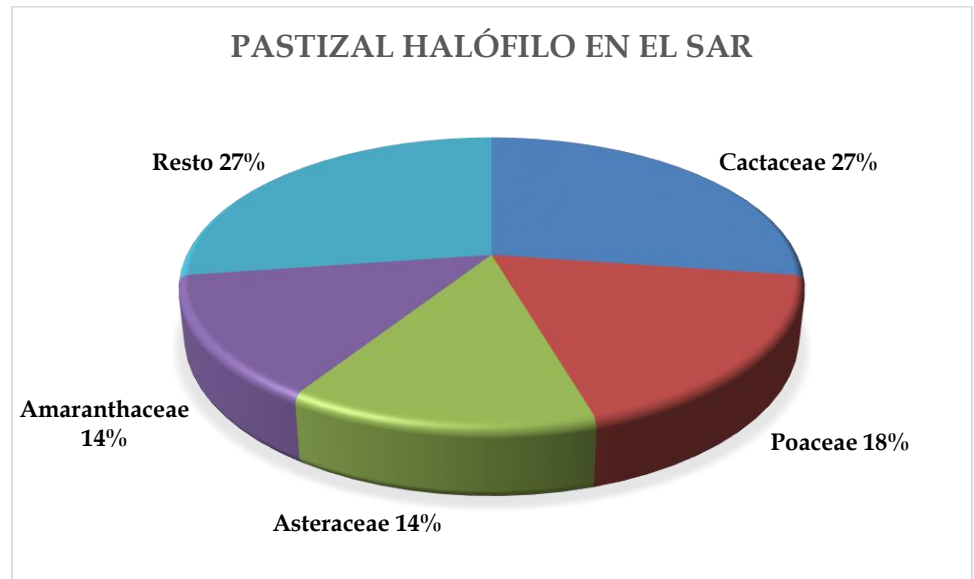


Figura 4.36 *Porcentaje de especies por familia registradas en el Pastizal Inducido en el SAR.*

4.2.2.1.3 *Diversidad*

La agricultura y el Pastizal Halófito fueron los únicos tipos de vegetación que tuvieron representación dentro del AP y en el SAR. El pastizal halófito estuvo muy poco representado dentro del AP, lo que se refleja en una diversidad muy baja, con valores menores a 1.3 en el índice de Shannon para los estratos herbáceo y sufrútice. Comparativamente el PH del SAR es más diverso que el que se encuentra dentro del AP, que en conjunto tuvo una riqueza de 3 especies. Esto demuestra que la vegetación del AP puede tener mayor deterioro.

El Matorral Desértico Rosetófilo sólo se encontró en el SAR. Al analizar la diversidad por estrato es posible observar que la mayor diversidad se encuentra en los estratos herbáceo y sufrútice; mientras que el estrato arbóreo y arbustivo tuvieron una riqueza de 5 especies, considerada como muy baja. Según el índice de Shannon el estrato herbáceo tuvo una riqueza media-alta (2.6), mientras que el estrato sufrútice puede considerarse como una comunidad de riqueza media (1.89). En cuanto a la equitatividad, medida con el inverso de Simpson al estrato arbóreo, arbustivo y sufrútice tuvieron un comportamiento similar en cuanto a la abundancia de las especies dentro de la comunidad. Sin embargo, el estrato herbáceo mostró una mayor homogeneidad de la abundancia de todas las especies.

En términos generales el bosque de pino fue el más diverso en el estudio. Tuvo una riqueza total de 44 especies, de las cuales 30 se encontraron en el estrato herbáceo. Los estratos arbóreo, arbustivo y sufrútice tuvieron una riqueza similar, entre 12 y 14 especies. Según el índice de Shannon el estrato más diverso fue el herbáceo con 2.93, considerada una diversidad media, seguido por el estrato arbustivo (2.28), el estrato sufrútice (2.04) y el estrato arbóreo (2.01). Este orden se mantuvo al analizar el inverso

de Simpson, donde la equitatividad más alta se encontró en el estrato herbáceo con 13.98.

E bosque de táscate fue uno de los tipos de vegetación con diversidad más baja, al tener una sola especie en el estrato arbóreo, su diversidad es nula. El estrato herbáceo fue el más diverso con 6 especies y con un índice de Shannon de 1.67 y el inverso de Simpson de 4.92. El estrato sufrútice sólo tuvo dos especies, un índice de Shannon de 0.63 y el inverso de Simpson de 1.8.

Tabla 4.45 Valores de los índices de diversidad de Shannon, Sipson y el inverso de Simpson para todos los tipos de vegetación.

Estrato	Tipo de vegetación															
	Agricultura								Pastizal Halófito							
	Riqueza		Shannon		Simpson (Comp)		Inv Simpson		Riqueza		Shannon		Simpson (Comp)		Inv Simpson	
	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR
Arbóreo	-	1	-	0	-	1	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Arbustivo	1	4	0	1.2337	1	0.3296	1	3.0336	-	-	-	-	-	-	-	-
Herbaceo	18	15	2.255	1.95	0.1387	0.19	7.2072	5.24	2	8	0.55	0.99	0.67	0.53	1.49	1.86
Sufrútice	5	6	0.923	1.32	0.5491	0.32	1.82	3.12	1	8	0	1.23	1	0.46	1	2.17

Estrato	Tipo de vegetación											
	Matorral Desértico Rosetófilo				Bosque de Pino				Bosque de Táscate			
	Riqueza	Shannon	Simpson (Comp)	Inv Simpson	Riqueza	Shannon	Simpson (Comp)	Inv Simpson	Riqueza	Shannon	Simpson (Comp)	Inv Simpson
	SAR	SAR	SAR	SAR	SAR	SAR	SAR	SAR	SAR	SAR	SAR	SAR
Arbóreo	5	1.23	0.35	2.83	13	2.01	0.16	6.08	1	0	1	1
Arbustivo	5	1.42	0.27	3.6	12	2.28	0.12	8.16	-	-	-	-
Herbaceo	30	2.6	0.12	7.77	30	2.93	0.07	13.98	6	1.67	0.2	4.92
Sufrútice	21	1.89	0.28	3.49	14	2.04	0.17	5.64	2	0.63	0.55	1.8

4.2.2.1.4 Especies endémicas

De acuerdo con la revisión bibliográfica se registraron 30 especies presentes en el SAR con algún grado de endemismo a México, que corresponden al 21.42% del total registrado en el área. Para el AP se registraron tres especies con algún grado de endemismo a México, que corresponden al 9.069% del total registrado en el área (Tabla 4.46).

Tabla 4.47. Especies endémicas presentes en el SAR y AP. Se muestra el estado al que son endémicas.

Familia	Especie	Tipo de vegetación	AP/SAR	Endémismo	Nombre común
Ephedraceae	<i>Ephedra compacta</i>	A	SAR	Ags., Coah., Dgo., Gto., Hgo., N. L., Oax., Pue., Qro., S. L. P., Zac.	Sanguinaria
Pinaceae	<i>Abies religiosa</i>	BP	SAR	México	Oyamel, abeto
Pinaceae	<i>Pinus teocote</i>	BP	SAR	México	Ocote, pino prieto, pino colorado
Asparagaceae	<i>Agave applanata</i>	A/MDR	SAR	Chih, Dgo., Gto., Hgo., Jal., Méx., Oax., Pue., Qro., Ver., Zac.	Magüey de castilla
Asparagaceae	<i>Agave horrida</i>	A/BP/MDR	SAR	México	
Asparagaceae	<i>Nolina parviflora</i>	A/BP/MDR	SAR	México	
Asparagaceae	<i>Yucca periculosa</i>	A/BP/MDR	SAR	México	Izote, palmito
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i>	BP	SAR	México	
Asteraceae	<i>Bahia pringlei</i>	A/BP/MDR	SAR	Gto., Hgo., Edo. Mex., Pue., Qro., SLP, Tlax., Ver.	
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	BP	SAR	México	Escoba, Jarilla
Asteraceae	<i>Erigeron pubescens</i>	MDR	SAR	México	
Asteraceae	<i>Helioneris obscura</i>	A	SAR	Oax., Pue., Ver.	
Asteraceae	<i>Heterotheca inuloides</i>	MDR	SAR	México	Árnica
Berberidaceae	<i>Berberis trifolia</i>	MDR	AP/SAR	Pue., Ver., Hgo., Tamp.	
Cactaceae	<i>Coryphantha pycnantha</i>	A/PH	AP/SAR	Hgo., Oax., Pue., Qro., Tlax., Ver.	Biznaga partida, chiche de burro
Cactaceae	<i>Mammillaria discolor</i>	A/BP/MDR/PH	SAR	México	Biznaga
Cactaceae	<i>Mammillaria haageana</i>	A/BP/MDR	SAR	CDMX., Gro., Mor., Oax., Pue., Tlax., Ver.	Biznaguita
Cactaceae	<i>Mammillaria magnimamma</i>	PH	SAR	México	Biznaga de chilitos, biznaga de espina solitaria.
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i>	A	SAR	México	Nopal camueso

Familia	Especie	Tipo de vegetación	AP/SAR	Endémismo	Nombre común
Cactaceae	<i>Opuntia spinulifera</i>	A/PH/BP/BJ/MDR	SAR	Hgo., Méx., Tlax.	
Cactaceae	<i>Opuntia streptacantha</i>	MDR	SAR	México	Nopal cardón
Cactaceae	<i>Opuntia leucotricha</i>	BP/MDR	SAR	México	Duraznillo blanco
Fabaceae	<i>Dalea melantha</i>	MDR	SAR	Gto., Pue., Qro., Ver.	
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i>	BP	SAR	México	Encino amarillo
Fagaceae	<i>Quercus microphylla</i>	MDR	SAR	México	Encino enano
Lamiaceae	<i>Salvia elegans</i>	BP	SAR	México	Hierba del burro
Lamiaceae	<i>Salvia thymoides</i>	BP	SAR	Oax., Pue., Ver.	
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i>	A	SAR	México	Chicalote de montaña
Rosaceae	<i>Xerospiraea hartwegiana</i>	BP	SAR	Coah., Hgo., Oax., Pue., Qro., Ver.	
Salicaceae	<i>Salix paradoxa</i>	BP	SAR	México	Borreguito

NOTA: A: Agricultura, PH: Pastizal halófilo, MDR: Matorral desértico rosetófilo, BP: Bosque de Pino, BT: Bosque de táscate AP: Área del Proyecto, SAR: Sistema Ambiental Regional.

4.2.2.1.5 Especies bajo protección

Se consultaron los principales catálogos nacionales e internacionales de especies protegidas o amenazadas: la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010), los Apéndices I, II y III de la Convención Internacional sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2007), y la Lista Roja de *The World Conservation Union* (IUCN, 2007) para las especies colectadas tanto en las unidades de muestreo como las colectadas en los recorridos.

Se obtuvo un registro de 20 taxones protegidos para el SAR, lo cual representa el 20% de la flora reportada para la zona (Tabla 4.48, **Error! Reference source not found.**). No se registró ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la IUCN se reportan 25 especies; 24 en la categoría LC (preocupación menor) y una en EN (en peligro de extinción), *Coryphantha pycnantha* solo esta última considerada en riesgo de extinción. Se encontraron 13 especies citadas en el Apéndice II del Convenio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), referente a especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia (CITES, 2015).

En el caso del AP se registraron 8 especies protegidas, lo cual representa el 24.4% de la flora reportada para la zona (Tabla 4.49, **Error! Reference source not found.**). En la IUCN se registraron cuatro especies en la categoría LC (preocupación menor) y una en EN (en peligro de extinción). Por otro lado, en el Apéndice II del Convenio

Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) se registraron únicamente seis especies. Ninguna de las especies registradas en la AP se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.50 Especies presentes en el SAR y AP bajo alguna categoría de protección.

Familia	Especie	Tipo de vegetación	AP/SAR	IUCN	CITES	Nombre común
Ephedraceae	<i>Ephedra compacta</i>	A	SAR	LC		Sanguinaria
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	BP/BJ/MDR	AP/SAR	LC		Sabino, táscate
Pinaceae	<i>Abies religiosa</i>	BP	SAR	LC		Oyamel, abeto
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	BP/BJ/MDR	SAR	LC		
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>	BP	SAR	LC		Pino blanco, pino lacio
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus var. apulcensis</i>	MDR	SAR	LC		
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus var. pseudostrobus</i>	BP	SAR	LC		
Pinaceae	<i>Pinus teocote</i>	BP	SAR	LC		Ocote, pino prieto, pino colorado
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	BP	SAR	LC		Aile, aliso
Cactaceae	<i>Coryphantha pycnanantha</i>	A/PH	AP/SAR	EN	II	Biznaga partida, chiche de burro
Cactaceae	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	A/BP/B J/ MDR/P H	AP/SAR	LC	II	Abrojo
Cactaceae	<i>Mammillaria discolor</i>	A/BP/ MDR/P H	SAR	LC	II	Biznaga
Cactaceae	<i>Mammillaria haageana</i>	A/BP/ MDR	SAR	LC	II	Biznagueta

Cactaceae	<i>Mammillaria magnimamma</i>	PH	SAR	LC	II	Biznaga de chilitos, biznaga de espina solitaria.
Cactaceae	<i>Mammillaria rhodantha</i>	MDR	AP/S AR	LC	II	Biznaga
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>	A/BP/ MDR	AP/S AR		II	Nopal camueso
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i>	A	SAR	LC	II	
Cactaceae	<i>Opuntia spinulifera</i>	A/BP/B J/ MDR/P H	AP/S AR		II	
Cactaceae	<i>Opuntia streptacantha</i>	MDR	SAR	LC	II	
Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	PH	SAR		II	
Cactaceae	<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	A/BP/ MDR	AP/S AR	LC	II	Nopal arrastradillo
Cactaceae	<i>Opuntia leucotricha</i>	BP/MD R	SAR	LC	II	Duraznillo blanco
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	BP	SAR	LC		Madroño
Fabaceae	<i>Astragalus mollissimus</i>	A	AP/S AR	LC		Hierba loca morada
Fabaceae	<i>Dalea melantha</i>	MDR	SAR	LC		
Fabaceae	<i>Quercus castanea</i>	BP	SAR	LC		Encino capulincillo
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	BP	SAR	LC		Encino blanco
Fagaceae	<i>Quercus grisea</i>	BP	SAR	LC		Encino gris

NOTA: A: Agricultura, PH: Pastizal halófilo, MDR: Matorral desértico rosetófilo, BP: Bosque de Pino, BT: Bosque de táscate AP: Área del Proyecto, SAR: Sistema Ambiental Regional

4.2.2.2

Fauna

El Área del proyecto (AP) y Sistema Ambiental Regional (SAR), se localizan en la parte noreste del estado de Puebla, en colindancia con el estado de Veracruz. Ambas áreas se encuentran dentro de la región de montañas del centro de México o “Faja Volcánica Transmexicana” (Morrone 2014), que en las áreas montañosas se compone

principalmente de bosque de pino y oyamel, así como de pastizales y bosque de táscate. La Faja Volcánica Transmexicana es considerada como una región biogeográfica que puede ser caracterizada como una zona de transición de elementos bióticos, es decir, una zona de gran biodiversidad debido a la mezcla de elementos neárticos (aquellos con afinidad norteamericana), neotropicales (con afinidad de centro y Sudamérica) y endémicos (aquellos que evolucionaron *in situ*) (Corona *et al.* 2007; Escalante *et al.* 2005; Gámez *et al.* 2012; Morrone 2010; Morrone 2014). La situación expuesta hace de esta región un área especialmente rica en cuanto a número de especies de fauna presente, y rica en términos de endemismos. Es por esto que elaborar una línea base para la fauna resulta necesario para proyectos como los que se desarrollan dentro del AP.

4.2.2.2.1

Listado de Probable ocurrencia:

Cercano al Área del Proyecto (AP) y su Sistema Ambiental Regional (SAR), se encuentra el parque nacional “Cofre de Perote”, así como el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) “Centro de Veracruz”. Estas áreas son importantes para la biodiversidad de la región debido a que dentro de estas existe una importante diversidad de tipos de vegetación (18 tipos de vegetación, como matorral xerófilo, bosque de coníferas y encino, bosque mesófilo, además del único manchón de selvas bajas en la vertiente del Golfo), cercanía de cuerpos de agua, variación de pisos altitudinales (de 0 - 4000 m s.n.m.), y en especial se encuentran especies de flora y fauna endémica, amenazada, sujetas a protección especial o en peligro de extinción, listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación, se presenta un resumen sobre la fauna terrestre potencialmente distribuida en el AP y SA.

Se obtuvo información de la literatura especializada para construir la lista de especies de aves, mamíferos y herpetofauna potencialmente distribuida en el área del proyecto y el sistema ambiental (Howell & Webb 1995; Peterson 2008; Ramírez-Pulido *et al.* 2014; Uetz & Hošek 2014); así como de bases de datos en línea (Avibase, HerpNet, VertNet, ebird, CONABIO). Las especies de la base de datos se caracterizaron de acuerdo a su estatus de residencia, endemismo y situación de riesgo bajo tres fuentes distintas: NOM-059 (SEMARNAT 2010), “IUCN red list of threatened species” (IUCN 2017) y CITES (UNEP-WCMC 2018).

Herpetofauna. La herpetofauna de Puebla se encuentra conformada por 247 especies (82 anfibios y 165 reptiles), repartidas en 35 familias y 105 géneros. El grupo mejor representado en anfibios es el de los anuros (ranas y sapos), seguido de las salamandras. Con relación a los reptiles, el grupo más diverso son las serpientes, seguido de las lagartijas, el grupo de las tortugas es el que tiene el menor número de especies (CONABIO 2011). En específico para la región de la Faja Volcánica Transmexicana, se han registrado 123 especies de anfibios y reptiles, y dentro del área de estudio se distribuyen potencialmente 15 especies de anfibios y 16 de reptiles. En cuanto a anfibios, potencialmente se distribuyen en el área de estudio 10 especies y tres familias pertenecientes al orden Anura, y 5 especies y dos familias pertenecientes al orden Caudata (Flores-villela *et al.*, 1995; Flores-villela & Canseco-Márquez, 2004a;

Flores-villela & Canseco-Márquez, 2004b; Correa-Cano et al., 2006). En cuanto a reptiles, se pueden distribuir potencialmente 1 orden y 7 familias (Apéndice 5). Del total de especies de probable ocurrencia 18 son endémicas (4 pertenecientes al orden Anura, 5 a Caudata, y 9 a Squamata). Se encuentran en la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010), 13 especies: 5 en la categoría de protección especial (Pr), 7 especies como amenazadas (A) y 1 en peligro de extinción (P, la rana de Moore, *Lithobates johni*). De acuerdo con tratados internacionales, conforme a IUCN (2017), 3 especies se listan como vulnerables (VU), 3 como en peligro (EN), 1 como casi amenazadas (NT), 2 especies en peligro crítico (CR): la salamandra de Taylor (*Ambystoma taylori*) y salamandra falsa gigantesca del arroyo (*Isthmura gigantea*). En cuanto a CITES (2018) 2 especies se hallan dentro del Apéndice II los lagartos alicante de bromelia (*Abronia taeniata*) y alicante terrestre (*Abronia gramminea*).

Mastofauna. El estado de Puebla posee al menos 161 especies de mamíferos, de los cuales 31 son endémicos a México. De estos, potencialmente se distribuyen dentro del área de estudio, 53 especies, agrupadas en 5 órdenes y 12 familias (Apéndice 6, Ceballos & Oliva, 2005; Ramírez-Pulido *et al.*, 2014). En cuanto a estatus de endemismo, 10 especies que se consideran endémicas a México. Con respecto a su estado de conservación, 7 especies se encuentran en la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT 2010), 6 especies en la categoría de amenazadas (A) y 1 especie en la categoría en peligro de extinción (P), el cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*). De acuerdo con tratados internacionales, 2 especies se hallan dentro del Apéndice III de CITES (el cacomixtle norteño y el venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*). Conforme a IUCN; tres especies se encuentran listadas como en peligro (EN), dos especies casi amenazadas (NT) y una como vulnerable (VU).

Avifauna. El estado de Puebla posee alrededor de 595 especies de aves, lo que representa aproximadamente el 55% del total nacional (CONABIO, 2011). La alta riqueza de especies se atribuye a su localización geográfica en la zona de transición mexicana (entre los reinos Neártico y Neotropical). En particular, el área del proyecto se encuentra cercana al AICA “Centro de Veracruz”, en la cual se han registrado al menos 527 especies de aves, y representa una región crítica, por fungir como un cuello de botella para el paso de las aves migratorias de las cuales se distribuyen alrededor de 236 especies de relevancia internacional. Posee además poblaciones de 12 especies de aves endémicas, y 34% de las especies de la NOM-059. Como parte de la lista potencial de aves construida para el AP y SA, se encontró que al menos 81 especies pueden ocupar el área de interés, y se encuentran agrupadas en 16 órdenes y 34 familias (Apéndice 3, Berlanga *et al.*, 2006; Gill & Donsker, 2005; Howell & Webb, 1995; Ridgley *et al.*, 2007). En cuanto al componente de endemismos potenciales en la zona de estudio, no se encontró ninguna especie endémica a México. Las especies listadas bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059 (SEMARNAT 2010), incluyen únicamente 5 especies en protección especial (Pr). En los Apéndices de CITES se encuentran 8 especies dentro del apéndice II. De acuerdo con IUCN dos especies se consideran vulnerables (VU), la bisbita llanero (*Anthus spragueii*) y el colorín sietecolores (*Passerina*

cyanea); y 1 especie se considera en peligro (EN), el chipe mejilla dorada (*Setophaga chrysoparia*). En cuanto a la estacionalidad, 43 especies son migratorias y 38 residentes.

Los listados de especies de probable ocurrencia se encuentran en el Anexo 4.2

4.2.2.2.2 Metodología de Fauna

El muestreo en campo del AP y SAR se llevó a cabo del 14 al 20 de mayo de 2018. Para cada grupo de vertebrado terrestre se registraron especies sobre 21 transectos previamente establecidos, en el AP (7 transectos) y el SAR (14 transectos) (Tabla 4.51; Figura 4.37; Figura 4.38). Los transectos se llevaron a cabo tratando de cubrir los principales tipos de vegetación. El muestreo se realizó de forma estratificada al emplazar los sitios de muestreo por tipos de vegetación y de forma aleatoria. Cada transecto se recorrió de tal manera que se obtendrá un muestreo estandarizado y sistemático.

Tabla 4.52 Localización Y Tipo De Vegetación De Los Transectos Recorridos Durante El Monitoreo En El Ap Y SAR

AP	UTM 14Q		
Transecto	Este	Norte	Tipo de Vegetación
T1 INICIO	667850	2155628	Pastizal Halófilo
T1 FINAL	668190	2154477	
T2 INICIO	668479	2154605	Pastizal Halófilo
T2 FINAL	669261	2153584	
T3 INICIO	669023	2152114	Agricultura de Temporal
T3 FINAL	668431	2150974	
T4 INICIO	670278	2149620	Agricultura de Temporal
T4 FINAL	670045	2150650	
T5 INICIO	668222	2148983	Agricultura de Temporal
T5 FINAL	667820	2150688	
T6 INICIO	668183	2151900	Pastizal Halófilo
T6 FINAL	667171	2152583	
T7 INICIO	666599	2152420	Pastizal Halófilo
T7 FINAL	667577	2151735	
SA			
Transecto	Este	Norte	Tipo de Vegetación
T1 INICIO	669360	2153371	Agricultura de Temporal
T1 FINAL	668940	2152754	
T2 INICIO	668453	2147760	Agricultura de Temporal
T2 FINAL	667357	2148226	
T3 INICIO	667068	2148129	Matorral Desértico Rosetófilo
T3 FINAL	666745	2147560	
T4 INICIO	673276	2142967	Agricultura de Temporal
T4 FINAL	672957	2143446	
T5 INICIO	667109	2151450	Pastizal Halófilo
T5 FINAL	665935	2152181	
T6 INICIO	670172	2149069	Agricultura de Temporal

AP	UTM 14Q		Tipo de Vegetación	
	Transecto	Este		Norte
	T6 FINAL	670220	2147849	
	T7 INICIO	661202	2154687	Pastizal Halófilo
	T7 FINAL	660201	2154585	
	T8 INICIO	659876	2154583	Pastizal Halófilo
	T8 FINAL	658845	2154757	
	T9 INICIO	672175	2148154	Pastizal Inducido
	T9 FINAL	672500	2148198	
	T10 INICIO	667129	2153910	Pastizal Halófilo
	T10 FINAL	668057	2153907	
	T11 INICIO	666565	2151048	Pastizal Halófilo
	T11 FINAL	665272	2150314	
	T12 INICIO	657834	2145907	Bosque de Pino-Encino
	T12 FINAL	657955	2146754	
	T13 INICIO	658524	2146577	Bosque de Táscate
	T13 FINAL	659532	2146341	
	T14 INICIO	658999	2145212	Bosque de Pino
	T14 FINAL	659647	2144562	

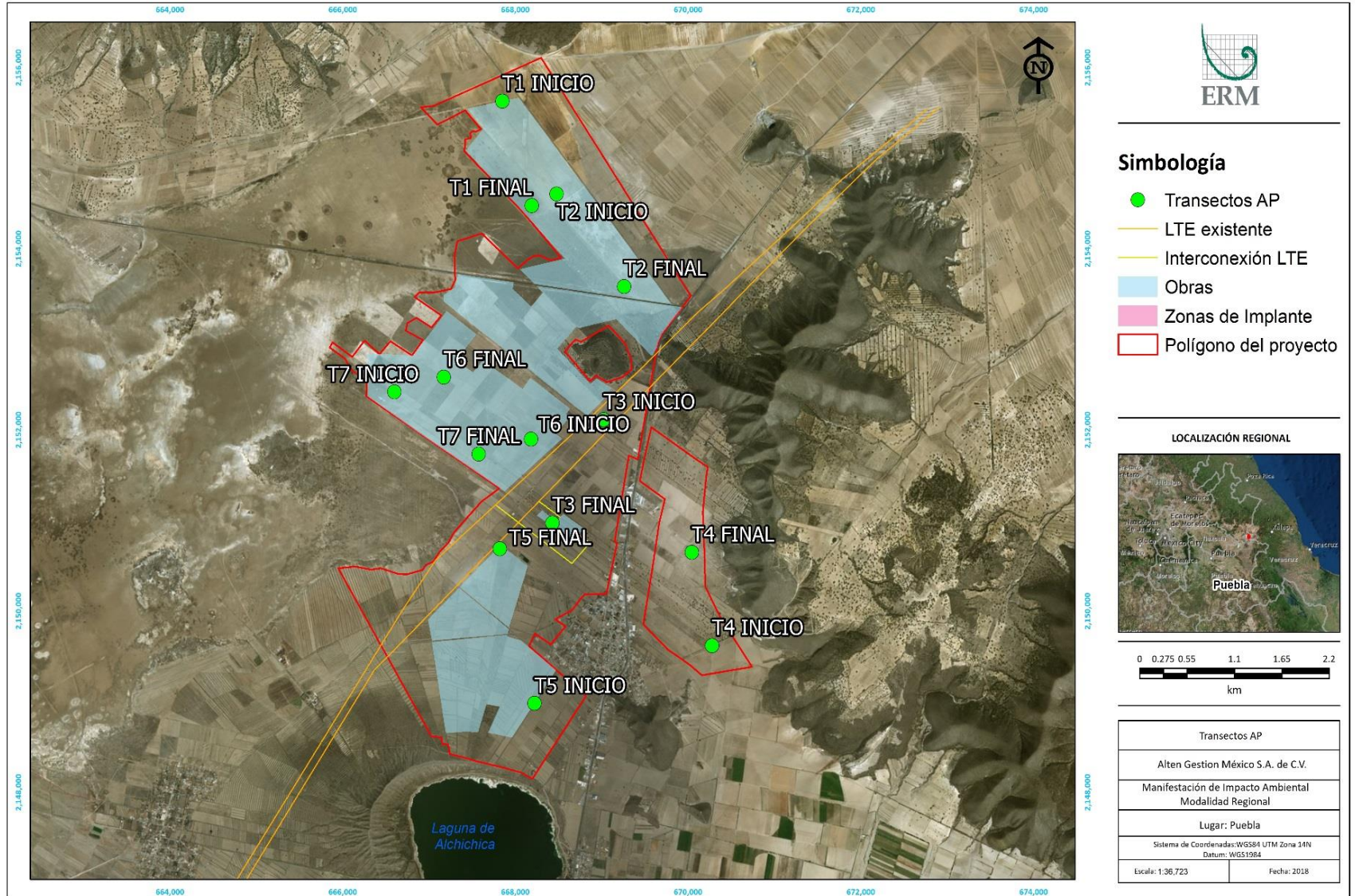


Figura 4.37 *Transectos Recorridos en el AP para el Registro de Vertebrados Terrestres (Anfibios, Reptiles, Mamíferos y Aves)*

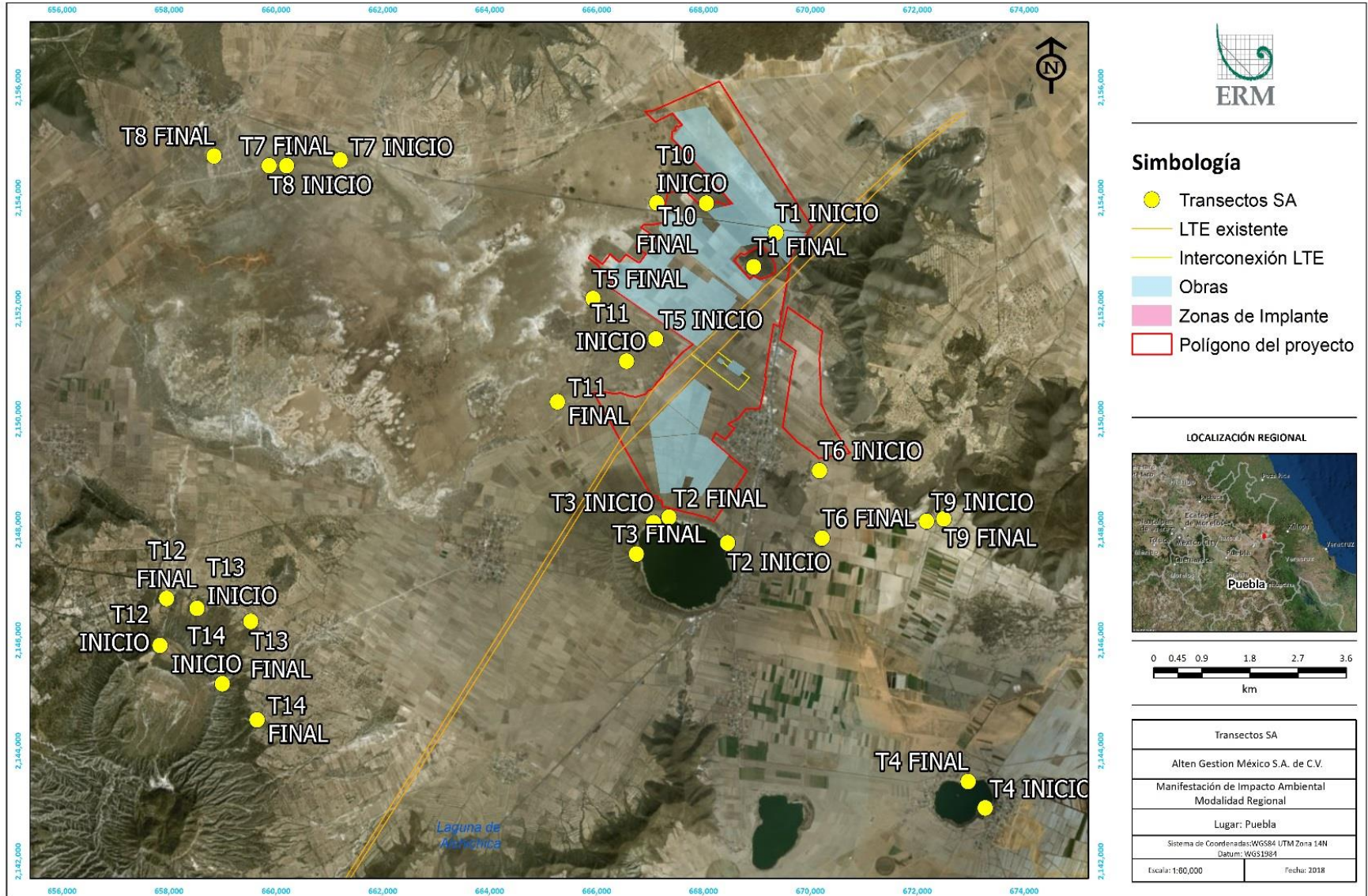


Figura 4.38 Transectos Recorridos en el SAR para el Registro de Vertebrados Terrestres (Anfibios, Reptiles, Mamíferos y Aves)

Herpetofauna

Se siguió el método “recorridos al azar en transectos de línea” para el registro de anfibios y reptiles, cubriendo los diferentes microhábitats y horarios de actividad (Casas Andreu *et al.* 1991; Llorente-Bousquets *et al.* 1990). Se realizó muestreo de anfibios y reptiles mediante transectos de longitud variable con recorridos en los horarios matutino, vespertino y nocturno, cubriendo los ambientes principales del área de estudio. Usamos el método de búsqueda activa en los distintos microhábitats para anfibios y reptiles (Figura 4.39). Adicionalmente registramos aquellos avistamientos fuera de los transectos pero dentro del SA.



1. Recorrido de transectos para búsqueda de anfibios, reptiles, mamíferos y aves

2. Búsqueda de anfibios y reptiles



3. Captura de anfibios y reptiles para su identificación

Figura 4.39 *Fotografías de los métodos para el registro de herpetofauna*

Mastofauna

El muestreo de mamíferos se realizó por transectos para la búsqueda de registros indirectos (huellas, excretas o material orgánico) o registros directos, por medio de la colocación de trampas Sherman (Romero-Almaraz *et al.* 2007), cámaras trampa y avistamientos dentro del AP y SAR (Figura 4.40). Debido a la actividad nocturna de este grupo de vertebrados, se colocaron trampas Sherman (20 trampas por transecto) trabajando una noche para registrar actividad de roedores, así como, cámaras trampa trabajo dos noches consecutivas. Se tomaron fotografías a las especies capturadas u observadas, así como de los rastros. Todo el material fotográfico se utilizó para la correcta determinación y verificación de los registros



1. Recorrido de transectos para búsqueda de anfibios, reptiles, mamíferos y aves

2. Fotografía de rastros de mamíferos medianos y grandes.



• 3. Trampeo de mamíferos pequeños con trampas Sherman.



4. Colocación de Cámaras Trampa

Figura 4.40 *Fotografías de los métodos para el registro de mastofauna*

Avifauna

Se utilizó el método “Búsqueda intensiva” (Ralph *et al.* 1996) el cual consiste en efectuar una serie de censos en áreas distintas que el observador recorre por completo en busca de aves (Figura 4.41). De esta forma los cantos o llamados que no resulten familiares son menos problemáticos, ya que el ave puede ser buscada e identificada visualmente de ser necesario. Además, este método aumenta la probabilidad de detección de aquellas especies particularmente poco conspicuas o silenciosas. Durante las noches se realizaron caminatas con la finalidad de registrar mediante el canto, la presencia de especies vespertinas y/o nocturnas, como es el caso de estrígidos (búhos) y caprimúlgidos (tapacaminos o chotacabras). La observación se llevó a cabo mediante el uso de binoculares 9 x 25 y la identificación con la ayuda de guías de campo especializadas (Howell & Webb 1995, National Geographic Society 2008). Se tomaron fotografías a las especies de aves. Todo el material fotográfico fue utilizado para la identificación y verificación de los registros visuales.



1. Recorrido de transectos para búsqueda de anfibios, reptiles, mamíferos y aves

2. Observación de aves



3. Identificación y registro de aves.

Figura 4.41 *Fotografías de los métodos para el registro de avifauna*

Se muestreo en transectos en los diferentes tipos de vegetación distribuidos en AP y SAR. Cada transecto consistió en puntos de conteo (10 minutos por punto), a lo largo de transectos de 1.2 km aproximadamente (9 puntos). Se estableció como radio fijo de observación uno de 25 metros para cada punto de conteo. En cada punto de conteo se registraron todos los individuos de aves observados y adicionalmente, debido a que en ciertos tipos de vegetación se dificulta la visualización de las aves, se empleó el método de “identificación por cantos” (Parker 1991). Con los registros se compiló una base de datos de las especies identificadas.

Composición taxonómica

La composición taxonómica para el AP y SAR se generó por grupo de vertebrados: para los anfibios y reptiles se realizó con base a las propuestas de Uetz *et al.* (2018, <http://www.reptile-database.org>) para los reptiles de todo el mundo. En cuanto a los mamíferos, se conformó de acuerdo con Ramírez-Pulido *et al.* (2014). Finalmente, para la lista sistemática de las aves se siguió la AOU (1998) y adendas hasta la fecha; y Gill & Donsker (2015).

Análisis de diversidad: riqueza y diversidad

Se generaron listas de especies registradas para cada grupo de vertebrados monitoreado. La lista se elaboró en una hoja de cálculo (Excel Microsoft). Esta lista incluyó el número de individuos observados para cada especie por grupo de vertebrados, así como aquellas especies que se encuentran listadas bajo algún estatus de protección en la NOM-059 (SEMARNAT 2010), en la lista roja de IUCN, y en los apéndices de CITES.

Para evaluar el esfuerzo de muestreo y la incidencia probable de otras especies dentro del área del proyecto, se generaron curvas de acumulación de especies ajustadas al estimador de riqueza de Clench (1979). El modelo de Clench es una función que describe la curva de acumulación especies en una determinada área, modela la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontrado (Clench 1979). La ecuación de Clench es el modelo más utilizado y está recomendada para estudios en sitios de área extensa y heterogénea y para protocolos en los que se gana experiencia con el método de muestreo (e.g. se hacen varios transectos) y con el grupo taxonómico, ya que a mayor esfuerzo de muestro, mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario. Una vez generada la curva de acumulación, el valor de la asíntota puede ser empleado en sustitución del número total observado de especies y para verificación sobre si el esfuerzo de muestreo en un área determinada ha sido suficiente (Jiménez-Valverde & Hortal 2003; Thompson *et al.* 2003).

Se calculó la diversidad alfa utilizando los índices de Shannon (H') y Simpson (D). La diversidad alfa es la medida de diversidad básica y representa el número de especies presentes en cada sitio (AP y SAR). Se efectuó el cálculo de la

diversidad alfa utilizando dichos índices para los cuales valores mayores indican una mayor biodiversidad y viceversa (Pielou 1966). Posteriormente, con la finalidad de conocer si existen diferencias significativas entre la fauna presente en el AP y el SAR, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la cual estima si las muestras pertenecen a una misma distribución de datos (Daniel 1990). En caso de ser significativa, el resultado de la prueba indicaría que la fauna entre AP y SAR es de composición significativamente diferente.

Análisis de densidad y abundancia

La abundancia de las especies se reporta como el número de individuos contados por cada especie durante el monitoreo. En este estudio, se estableció un índice de abundancia relativa que consiste dividir el número de individuos observados de cada especie entre el número total de individuos muestreados en el área de estudio. Con base en ello se construyeron cinco categorías de abundancia: muy raras (MR), raras (R), comunes (C), abundantes (A) y muy abundantes (MA). Las categorías de abundancia construidas pretenden representar cuáles son las especies más abundantes y frecuentemente observadas durante el presente muestreo.

4.2.2.2.3 *Resultados*

I. Herpetofauna (anfibios y reptiles)

Durante el presente trabajo de muestreo se registraron 10 especies de reptiles (1 orden, 5 familias) y ninguna especie de anfibios. De las especies de reptiles registradas 4 se observaron en el AP y 10 en el SAR (Tabla 4.53). Se registraron algunas especies dentro de categorías de riesgo en listados nacionales e internacionales. Las especies Huico del Oeste Mexicano (*Aspidocelis costata*), Lagarto alicante del Popocatepetl (*Barisia imbricata*), Cascabel del Altiplano (*Crotalus scutulatus*), Lagartija escamosa escamas grandes (*Sceloporus megalepidurus*) y Eslizón de Bosque de Encinos (*Plestiodon lynxe*), están sujetas a protección especial (Pr) según la NOM-050-SEMARNAT-2010. Las especies de Víbora cascabel pigmea mexicana (*Crotalus ravus*) y el camaleón de montaña (*Phrynosoma orbiculare*) se encuentran en la categoría de amenazadas en México (A). En cuanto a listados internacionales, sólo se registró a la especie de Lagartija escamosa escamas grandes (*Sceloporus megalepidurus*) como Vulnerable en la lista roja de IUCN. Ninguna de las especies registradas aparece en alguno de los apéndices de CITES. En cuanto a endemismo, todas las especies registradas son endémicas de México excepto la Cascabel del Altiplano (*Crotalus scutulatus*) y el Eslizón de Bosque de Encinos (*Plestiodon lynxe*).

Tabla 4.54 Especies registradas de Herpetofauna en el AP y SAR

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	IUCN	NO M-059	AP	SAR
Squamata	Teiidae	<i>Aspidocelis costata</i>	Huico del Oeste Mexicano	En	LC	Pr	x	x
Squamata	Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante del Popocatepetl	En	LC	Pr		x
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus ravus</i>	Víbora cascabel pigmea mexicana	En	LC	A		x
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Cascabel del Altiplano	-	LC	Pr		x
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus megalepidurus</i>	Lagartija escamosa escamas grandes	En	VU	Pr		x
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija escamosa espinosa	En	LC	-	x	x
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija Espinosa de Collar	En	LC		x	x
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus bicanthalis</i>	Lagartija Espinosa Transvolcánica	En	LC			x
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de montaña	En	LC	A	x	x
Squamata	Scincidae	<i>Plestiodon lynxe</i>	Eslizón de Bosque de Encinos	-	LC	Pr		x

Lista sistemática de la fauna potencial en el SA, para la herpetofauna se sigue a Uetz (2018). Las categorías de riesgo conforme a IUCN (2017) (LC = preocupación menor, NT = casi amenazada, VU= vulnerable, EN = en peligro, CR = en peligro crítico); y NOM-059-SEMARNAT-2010 (P = En Peligro de Extinción, A = Amenazada; Pr = Sujeta a Protección Especial).

La curva de acumulación de especies muestra que el número de días durante los cuales se muestreo la zona del AP y SAR, no fueron suficientes para alcanzar la asíntota (Figura 4.42). Es decir, es probable que si se mantuviera el esfuerzo de muestreo por más días se registraría un mayor número de especies de reptiles o anfibios, ya que para la zona se esperarían al menos 16 y 15, respectivamente. Potencialmente se comienza a alcanzar la asíntota alrededor de los 16 días de muestreo, para los cuales se estima se habrían encontrado entre 12 y 15 especies de reptiles. Al no haberse registrado ninguna especie de anfibio, no se pueden realizar estimados con respecto a este grupo.

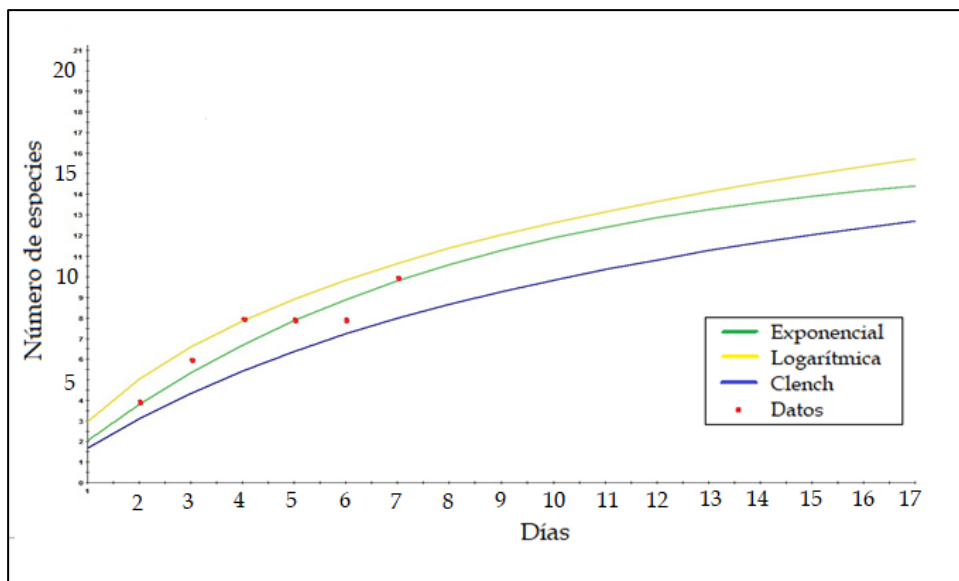


Figura 4.42 Curva de acumulación de especies de herpetofauna

Como parte de los análisis de diversidad, se calculó la diversidad alfa para la herpetofauna utilizando el índice de diversidad de Shannon-Wiener y el índice de Simpson (Tabla 4.55). Estos índices evalúan de manera proporcional la relación entre riqueza y abundancia del AP y del SAR, y dado que solo se registraron 4 especies en el AP, al comparar los valores del índice de Shannon y Simpson dentro del AP y en el SAR, se observa que el SAR tiene una mayor diversidad alfa. Sin embargo, el área de estudio en general parece tener baja diversidad en cuanto a su herpetofauna, con base en los valores de los índices. Por ejemplo, típicamente los valores del índice Shannon-Wiener oscilan entre 0.5 y 5; por lo tanto, se considera que valores inferiores a 2 son bajos (Pla 2006). Por lo tanto, la diversidad de la herpetofauna de la zona en general, parece ser baja al menos para la época del monitoreo. Por otro lado, en cuanto al índice de Simpson, también muestra valores bajos, pues no se acercan a la unidad (valor 1). Esto indica que no se encontró evidencia de dominancia de alguna especie, y que, en cuanto a los puntos muestreados, existió diversidad (en cuanto a variedad de especies y no en cuanto a riqueza). Por ejemplo, de las 10 especies registradas, sólo 4 se comparten entre el AP y SAR. Finalmente, los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis sugieren que existen diferencias significativas entre la herpetofauna del AP y SAR ($H= 4.166, p<0.05$).

Tabla 4.56 Índice de diversidad de la herpetofauna observada en el AP y SAR.

	AP	SAR
Número de especies registradas	4	10
Número de individuos	39	177
Simpson	0.2748	0.411
Shannon-Wiener	0.5849	0.9423

De las 10 especies registradas durante los recorridos en campo, se calcularon las frecuencias y abundancias (Tabla 4.57), a partir de las cuales se consideró que todas las especies registradas corresponden a la categoría de muy raras (MR), con excepción de la Lagartija escamosa espinosa (*Sceloporus spinosus*) que fue la especie más frecuentemente registrada durante el muestreo y se categorizó como abundante (A).

Tabla 4.58 *Abundancia Relativa Y Frecuencia Relativa De Los Individuos Pertenecientes A Las Especies Registradas De Herpetofauna En El AP Y SAR*

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia Relativa (AR)	AP	SAR	Frecuencia Relativa (FR)	AP	SAR
Teiidae	<i>Aspidocelis costata</i>	Huico del Oeste Mexicano	MR	MR	MR	0.152	0.2	0.143
Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante del Popocatepetl	MR	MR	MR	0.030	0	0.036
Viperidae	<i>Crotalus ravus</i>	Víbora cascabel pigmea mexicana	MR	MR	MR	0.030	0	0.036
Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Cascabel del Altiplano	MR	MR	MR	0.030	0	0.036
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus megalepidurus</i>	Lagartija escamosa escamas grandes	MR	MR	MR	0.061	0	0.071
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija escamosa espinosa	A	A	A	0.394	0.4	0.393
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija Espinosa de Collar	MR	MR	MR	0.091	0.2	0.071
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus bicanthalis</i>	Lagartija Espinosa Transvolcánica	MR	MR	MR	0.030	0	0.036
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de montaña	MR	MR	MR	0.152	0.2	0.143
Scincidae	<i>Plestiodon lynxe</i>	Eslizón de Bosque de Encinos	MR	MR	MR	0.030	0	0.036

Categoría de abundancia asignada. MR= muy rara, R= rara, C= común, A= Abundante

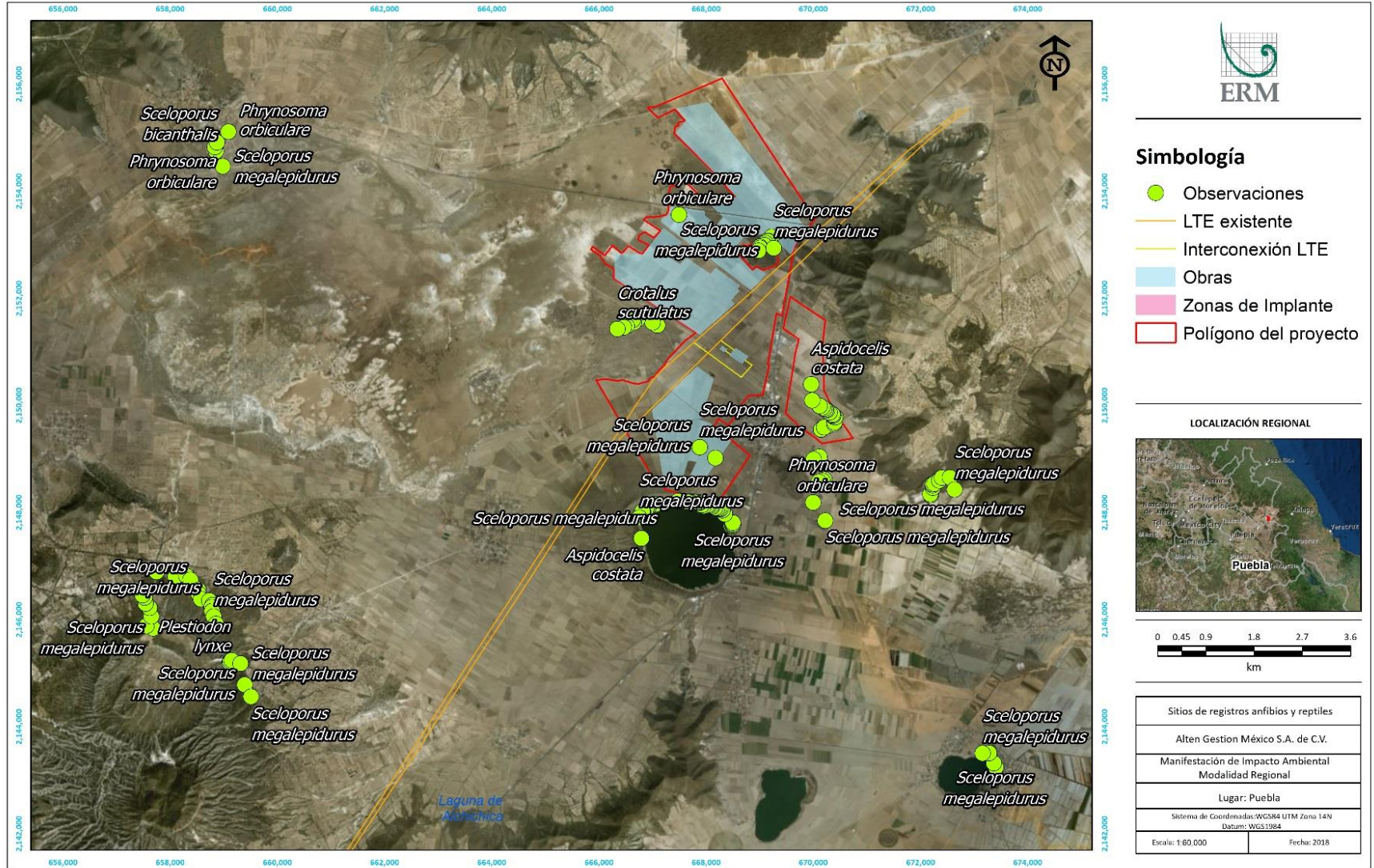


Figura 4.43 Ubicación de los sitios donde se registraron especies de anfibios y reptiles

II. Mastofauna

Durante el monitoreo se registraron 19 especies de mamíferos ocupando áreas del AP y SAR, pertenecientes a 5 órdenes y 9 familias. Dentro del AP se registraron 9 especies, mientras que en el SAR se registraron 18 especies (Tabla 4.59).

Únicamente dos especies registradas tienen asignada una categoría de riesgo dentro de la NOM-059, la ardilla jaspeada (*Otospermophilus variegatus*) y la rata canguro de Phillip (*Dipodomys phillipsii*), ambas dentro de la categoría "sujetas a protección especial" (Pr). Dentro de los listados internacionales, se registró a la liebre torda (*Lepus callotis*) categorizada como casi amenazada por la lista roja de la IUCN. Finalmente, dentro del apéndice II de CITES se encuentran el lince (*Lynx rufus*) y el puma (*Puma concolor*), los cuales fueron registrados dentro del área de estudio. En cuanto a categorías de endemismo, dos especies de roedores son endémicas, la rata canguro de Phillip (*Dipodomys phillipsii*) y el ratón de las rocas (*Peromyscus difficilis*).

Tabla 4.60 Especies registradas de Mastofauna en el AP y SAR

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	IUCN	NOM-059	AP	SAR
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	-	LC	-	x	x
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo nueve bandas	-	LC	-	x	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus callotis</i>	Liebre Torda	-	NT	-	x	x
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	-	LC	-		x
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	-	LC	-	x	x
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	-	LC	-		x
Rodentia	Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardilla jaspeada	-	LC	Pr		x
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	-	LC	-		x
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys phillipsii</i>	Rata canguro de Phillip	En	LC	Pr		x
Rodentia	Heteromyidae	<i>Heteromys irroratus</i>	Ratón espinoso mexicano	-	LC	-		x
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón de las rocas	En	LC	-	x	x
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón de patas blancas	-	LC	-		x
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón norteamericano	-	LC	-	x	x
Rodentia	Cricetidae	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón-cosechero leonado	-	LC	-		x
Carnivora	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince, Gato Montés	-	LC	-	x	x
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	-	LC	-		x

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	IUCN	NOM-059	AP	SAR
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	-	LC	-	x	x
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-	LC	-	x	x
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja cola larga	-	LC	-		x

Lista sistemática de la fauna potencial en el SAR, para la mastofauna se sigue a Ceballos y Oliva (2005), Ramírez-Pulido, et al. (2014). La columna de Endemismo señala las especies restringidas al territorio nacional (En = Endémico). Las categorías de riesgo conforme a IUCN (2017) (LC = preocupación menor, NT = casi amenazada, VU= vulnerable, EN = en peligro, CR = en peligro crítico); y NOM-059-SEMARNAT-2010 (P = En Peligro de Extinción, A = Amenazada; Pr = Sujeta a Protección Especial).

La curva de acumulación de especies muestra que el esfuerzo de muestro fue suficiente para casi alcanza la asíntota (Figura 4.44). De continuar con el monitoreo y una tasa similar de detección de especies, es probable que no se hubiesen encontrado muchas más, la curva estima que se habrían encontrado entre 1 y 5 especies más. Sin embargo, la lista potencial de mamíferos distribuidos en el área indica que aproximadamente 53 especies de mamíferos podrían ocupar el área de interés. Es probable que dada las condiciones de perturbación del sitio no permita que otro tipo de mastofauna se distribuya en el AP, así como, que el tipo de hábitos de los mamíferos, los cuales desempeñan sus actividades durante la noche, no facilite su detección.

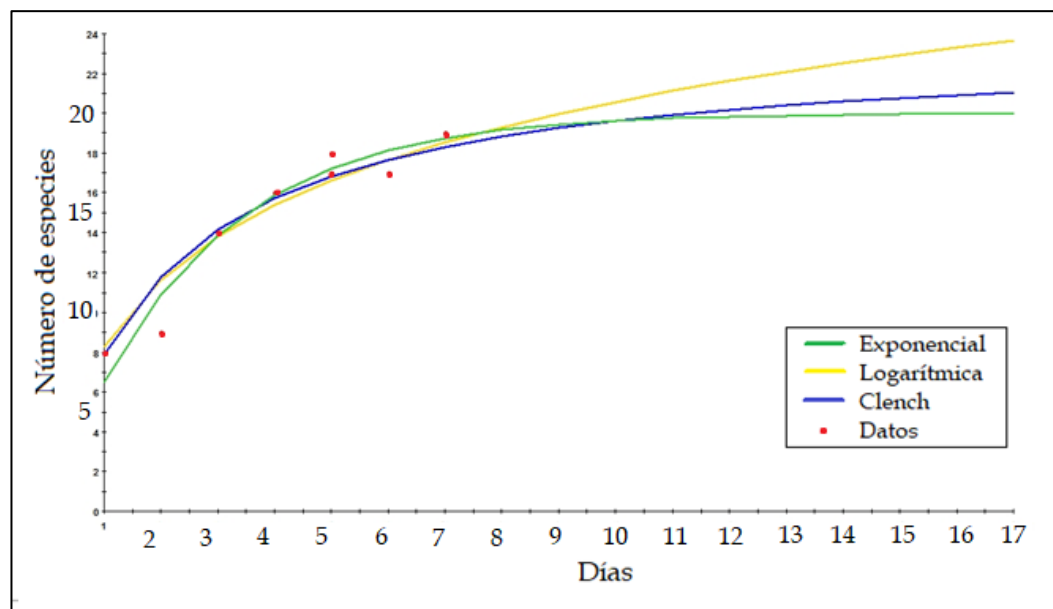


Figura 4.44 Curva de acumulación de especies para la Mastofauna registrada

Se calcularon métricas de diversidad alfa que indicaron que la diversidad de la mastofauna tiende a ser baja (Tabla 4.61). El índice de Shannon es de 2 y 2.3 para el AP y SAR, respectivamente. Lo anterior indica que la diversidad de mamíferos dentro del SAR es mayor para este monitoreo con respecto al AP, sin embargo, ambos valores indican diversidades a penas por encima de 2 (valores inferiores a 2 son bajos, Pla, 2006). En cuanto al índice de Simpson muestra valores arriba de 0.8 y por lo tanto más cercanos a 1, lo que indica que existe una mayor probabilidad de dominancia de una especie, y, por lo tanto, menor diversidad dentro del área. De acuerdo con los datos registrados (Tabla 4.62), dentro del AP se registraron muy pocos individuos (11 individuos), mientras que dentro del SAR se registraron 97, de los cuales, 29 pertenecían a una sola especie, el ratón de las rocas (*Peromyscus difficilis*), y otros 22 pertenecían a dos especies de conejos *Sylvilagus*. Lo anterior apunta a que hay dominancia marcada de ciertas especies dentro del área. Finalmente, los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis sugieren que existen diferencias significativas entre la mastofauna del AP y SAR ($H= 17.23, p<0.0001$).

Tabla 4.63 Índice de diversidad de la mastofauna observada en el AP y SAR.

	AP	SAR
Número de especies registradas	9	18
Número de individuos	11	97
Simpson	0.8595	0.8613
Shannon-Wiener	2,098	2,372

Se calcularon las frecuencias y categorías de abundancia para cada especie de mamífero registrada durante el monitoreo (Figura 4.45, Tabla 4.64). Los resultados obtenidos indican que la mayoría de las especies son muy raras (14 especies) o raras (4 especies), tanto en el AP como en el SAR. Sólo una especie fue categorizada abundante para la zona, el ratón de las rocas (*Peromyscus difficilis*), aunque la especie se observó principalmente en el SAR y sólo un individuo se detectó en el AP.

Tabla 4.65 Abundancia Relativa y Frecuencia Relativa de los individuos pertenecientes a las especies registradas de Mastofauna en el AP y SAR

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia Relativa (AR)		Frecuencia Relativa (FR)			
				AP	SAR	AP	SAR	SA R	
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	MR	R	MR	0.034	0.1	0.020
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo nueve bandas	MR	R	MR	0.017	0.1	0.000

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia Relativa (AR)	AP	SAR	Frecuencia Relativa (FR)	AP	SAR
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus callotis</i>	Liebre Torda	MR	R	MR	0.051	0.1	0.041
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	MR	MR	MR	0.034	0	0.041
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	R	R	R	0.119	0.1	0.122
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	R	MR	R	0.119	0	0.143
Rodentia	Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardilla jaspeada	MR	MR	MR	0.034	0	0.041
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	MR	MR	MR	0.017	0	0.020
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys phillipsii</i>	Rata canguro de Phillip	MR	MR	MR	0.017	0	0.020
Rodentia	Heteromyidae	<i>Heteromys irroratus</i>	Ratón espinoso mexicano	MR	MR	MR	0.034	0	0.041
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón de las rocas	A	R	A	0.102	0.1	0.102
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón de patas blancas	MR	MR	MR	0.017	0	0.020
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón norteamericano	R	R	MR	0.034	0.1	0.020
Rodentia	Cricetidae	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón-cosechero leonado	MR	MR	MR	0.017	0	0.020
Carnivora	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince, Gato Montés	R	R	R	0.136	0.1	0.143
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	MR	MR	MR	0.017	0	0.020
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	MR	R	MR	0.085	0.1	0.082
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	MR	A	MR	0.085	0.2	0.061
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja cola larga	MR	MR	MR	0.034	0	0.041

Categoría de abundancia asignada. MR= muy rara, R= rara, C= común, A= Abundante

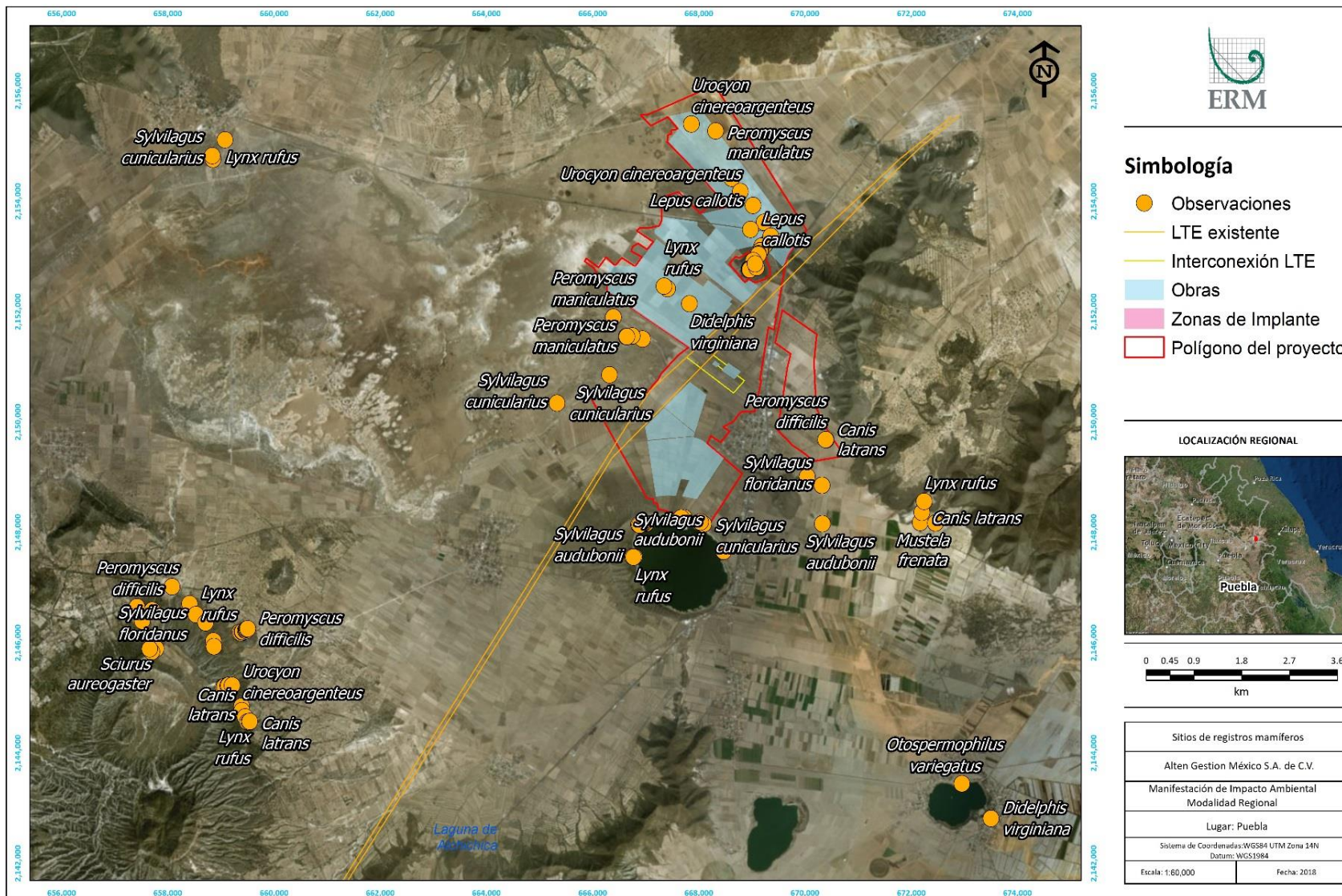


Figura 4.45 Ubicación de los Sitios Donde se Registraron Especies de Mamífero

III. Avifauna

En total se identificaron 72 de las 81 especies potencialmente distribuidas en el área de estudio, estas especies registradas pertenecen a 12 órdenes y 30 familias (Tabla 4.66). En el AP se registraron 32 especies, en el SA, 64 especies. De las especies registradas 45 tenían alguna categoría migratoria y 27 eran totalmente residentes. El componente migratorio con mayor representación en la zona es el de invierno, con al menos 40 especies con poblaciones migratorias y sólo 6 especies exclusivamente migratorias. Al menos 45 especies de las registradas tienen poblaciones con estatus de residente, pero también migratorio.

Tabla 4.67 *Especies registradas de Avifauna en el AP y SAR*

Orden	Familia	Especie	Nombre común	IUC N	NO M-059	Estacionalidad
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de Collar	LC	-	MI, R
Anseriformes	Anatidae	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato Tepalcate	LC	-	MI, R
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor Pico Grueso	LC	-	R, MI
		<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor Orejón	LC	-	MI, R
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de Collar Turca	LC	-	R
	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	LC	-	R
Columbiformes	Columbidae		Paloma			
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Arroyera	LC	-	R
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	LC	-	R, MI
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	LC	-	R, MI
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo Pecho Blanco	LC	-	R
			Colibrí Magnífico	LC	-	R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí Magnífico	LC	-	R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	LC	-	R
		<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí Lucifer	LC	-	MV, MI, R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador Cola Ancha	LC	-	R, MI, MV
		<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	LC	-	R
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	LC	-	R, MI
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Tildío	LC	-	R, MI
Charadriiformes	Scolopacidae		Playero			
		<i>Calidris pusilla</i>	Semipalmeado	NT	-	T, MI
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Alzacolita	LC	-	MI
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Playero Solitario	LC	-	MI
		<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	LC	-	T
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garza Tricolor	LC	-	MI, R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	IUC N	NO M-059	Estacionalidad
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	LC	Pr	MI, R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Greanoaetus albicaudatus</i>	Aguililla Cola Blanca	LC	Pr	R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	LC	-	R, MI
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	LC	-	R
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote Llanero	LC	-	R, MI
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	LC	-	R
Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	LC	-	R
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de Pechera Común	LC	-	R, MI
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	LC	-	R, MI
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Papamoscas del Oeste	LC	-	MV, T
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas Chico	LC	-	MI
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas Fíbí	LC	-	MI
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas Cardenalito	LC	-	R, MI
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Papamoscas Chibíú	LC	-	R, MI
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo Americano	LC	-	R, MI
Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara Transvolcánica	LC	-	R
Passeriformes	Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra Cornuda	LC	-	R
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina Verdemar	LC	-	R, MI
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Alas Aserradas	LC	-	R, MI
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina Ribereña	LC	-	T, MI, MV
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	LC	-	MV, MI, R, T
Passeriformes	Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	LC	-	R
Passeriformes	Sittidae	<i>Sitta carolinensis</i>	Bajapalos Pecho Canela	LC	-	R
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared Barranqueño	LC	-	R
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared Cola Larga	LC	-	R
Passeriformes	Turdidae	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo Garganta Azul	LC	-	R, MI
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche Pico Curvo	LC	-	R
Passeriformes	Ptiliognathidae	<i>Ptiliognathus cinereus</i>	Capulinerio Gris	LC	-	R
Passeriformes	Ptiliognathidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinerio Negro	LC	-	MI, R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	IUCN	NOM-059	Estacionalidad
Passeriformes	Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	LC	-	R
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicano	LC	-	R
Passeriformes	Passerellidae	<i>Pipilo maculatus</i>	Rascador Moteado	LC	-	R, MI
Passeriformes	Passerellidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Canela	LC	-	R
Passeriformes	Passerellidae	<i>Melospiza fusca</i>	Rascador Viejita	LC	-	R
Passeriformes	Passerellidae	<i>Oriturus superciliosus</i>	Zacatonero Serrano	LC	-	R
Passeriformes	Passerellidae	<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión Barba Negra	LC	-	R, MI
Passeriformes	Passerellidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión Sabanero	LC	-	MI, R
Passeriformes	Passerellidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco Ojos de Lumbre	LC	-	R
Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile	LC	-	R
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Calandria Tunera	LC	-	R, MV, MI
Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo Sargento	LC	-	R, MI
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	LC	-	R, MV
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Tordo Cabeza Café	LC	-	R, MI
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	LC	-	R
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros	LC	A	MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común	LC	-	MI, R
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe Amarillo	LC	-	MI, MV, T, R
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	LC	-	MI
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	LC	-	R, MI, MV
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo Azul	LC	-	MI, R, MV

Lista sistemática de la fauna potencial para la avifauna se sigue a AOU (1998) y Gill & Donsker (2015). Las categorías de riesgo conforme a IUCN (2017) (LC = preocupación menor, NT = casi amenazada, VU = vulnerable, EN = en peligro, CR = en peligro crítico); y NOM-059-SEMARNAT-2010 (P = En Peligro de Extinción, A = Amenazada; Pr = Sujeta a Protección Especial). Distribución se refiere a las regiones ocupadas por el taxón (NA = Compartida con Norteamérica, SAR = Compartida con Sudamérica, AM = Compartida con Norteamérica y Sudamérica, MA = México y Centro América, MX = Endémicas mexicanas, COS = Cosmopolitas, HOL = Holártica). Estacionalidad indica si la especie es: R= residente, M= migratoria o Transitoria, o I= Introducida. Se muestra también la categoría de abundancia asignada. MR= muy rara, R= rara, C= común, A= Abundante.

Se registraron 10 especies con alguna categoría de endemismo (Tabla 4.68), dos especies cuasiendémicas, 6 especies semiendémicas y 2 especies endémicas a México. De estas ninguna se encuentra listada en la NOM-059 o en la lista roja de IUCN en alguna categoría de riesgo. Únicamente 3 especies de colibríes se encuentran contempladas dentro del apéndice II de CITES.

Tabla 4.69 *Especies Registradas Que Poseen Alguna Categoría De Endemismo*

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	CITES	A P	S A
Passeriformes	Ptiliognatidae	<i>Ptiliognys cinereus</i>	Capulinero Gris	CE	-		X
Passeriformes	Passerellidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco Ojos de Lumbre	CE	-		X
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	SE	II	X	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí Lucifer	SE	II	X	X
Apodiformes	Trochilidae	<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador Cola Ancha	SE	II		X
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Papamoscas Chibiú	SE	-	X	
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Calandria Tunera	SE	-		X
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	SE	-	X	X
Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara Transvolcánica	En	-		X
Passeriformes	Passerellidae	<i>Oriturus superciliosus</i>	Zacatonero Serrano	En	-		X

CE = cuasiendémica, SE = semiendémica, En= Endémica.

Del total de especies registradas, 13 especies se encuentran listadas en alguna categoría de protección nacional o internacional (Tabla 4.70). Dentro de la NOM-059, se registraron dos especies en la categoría “sujetas a protección especial (Pr) y una especie “amenazada”. En cuanto a CITES, se registraron 11 especies en el Apéndice II, representadas por rapaces y colibríes. Finalmente, se registró únicamente una especie dentro de la lista roja IUCN en la categoría de “Casi amenazada”.

Tabla 4.71 *Especies Registradas Durante El Monitoreo Y Que Se Encuentran Listadas En La Nom-059-Semarnat-2010, La Lista Roja De Iucn O Algún Apéndice De Cites.*

Orden	Familia	Especie	Nombre común	IUCN	CITES	NOM-059	AP	SA
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	LC	II	Pr	x	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Greanoaetus albicaudatus</i>	Aguililla Cola Blanca	LC	II	Pr		x
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	LC	II	-		x
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	Playero Semipalmeado	NT	-	-		x
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí Magnífico	LC	II	-	x	x
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	LC	II	-	x	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí Lucifer	LC	II	-	x	x
Apodiformes	Trochilidae	<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador Cola Ancha	LC	II	-		x
Apodiformes	Trochilidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	LC	II	-		x
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	LC	II	-	x	x
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote Llanero	LC	II	-	x	
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	LC	II	-	x	x
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros	LC	-	A		x

Las categorías de riesgo conforme a IUCN (2017) (LC = preocupación menor, NT = casi amenazada, VU= vulnerable, EN = en peligro, CR = en peligro crítico); CITES (Apéndice I: especies en peligro de extinción cuyo comercio está prohibido, y sólo se permite cuando está sujeto a una reglamentación muy estricta; Apéndice II: especies que no están necesariamente en peligro de extinción, pero que pueden estarlo si su comercio y aprovechamiento no se regula de manera estricta); y NOM-059-SEMARNAT-2010 (P = En Peligro de Extinción, A = Amenazada; Pr = Sujeta a Protección Especial).

La curva de acumulación de especies de aves muestra que casi se alcanzó la asíntota (

Figura 4.46), lo que indica que el esfuerzo de muestreo probablemente fue suficiente para registrar la mayor parte de las especies que se distribuían en el AP y SAR, durante la temporada. De hecho, se registraron 72 especies de las 81 especies de aves potencialmente distribuidas en la zona. De seguir muestreando, la curva de Clench indica que tal vez se hubieran registrado hasta 80 especies.

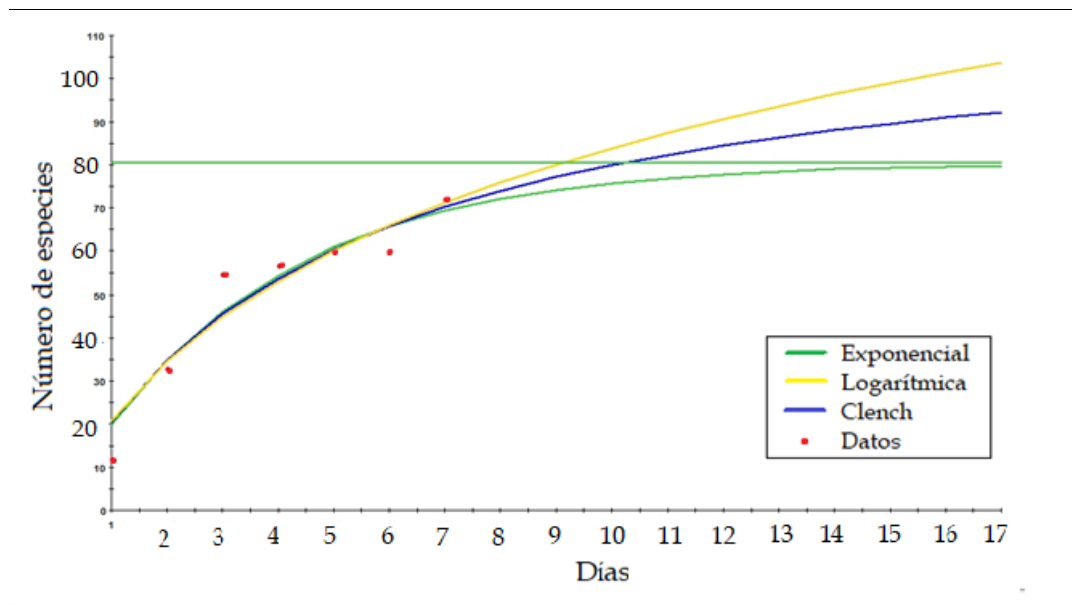


Figura 4.46 Curva De Acumulación De Especies Para La Avifauna Registrada

Se calculó la diversidad alfa para la avifauna utilizando el índice de diversidad de Shannon-Wiener y el índice de Simpson (Tabla 4.72). Como se esperaba, los valores de ambos índices son mayores en el SAR, pues se registraron 64 especies comparado con el AP en el que se registraron 32 especies. Como ya se mencionó, los valores del índice Shannon-Wiener menores a 2 se consideran para una diversidad alfa baja (Pla, 2006). Tomando en cuenta lo anterior, tanto el AP como el SAR no tienen diversidades altas, en especial el AP, cuya diversidad alfa casi puede considerarse como baja. En cuanto al índice de Simpson, es más cercano a 1 en el caso del SAR, lo que indica que existe una alta probabilidad de que unas pocas especies sean las dominantes de la zona (en términos de número de individuos registrados). De hecho, las especies de pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) y alondra cornuda (*Eremophila alpestris*), presentaron más de 300 individuos durante el muestreo en el SAR, volviéndolas las especies más abundantes. Aunque el valor de índice de Simpson en el AP es menor, se

considera relativamente alto, por lo que también indica dominancia de algunas especies. Las mismas especies que en el SAR se presentan como dominantes, son las mismas en el AP, pero en menor cantidad. Finalmente, la prueba Kruskal-Wallis indicó que existen diferencias significativas entre el AP y SAR, en cuanto a composición y número de individuos ($H=25.45$, $p<0.0001$).

Tabla 4.73 Índice de diversidad de la Avifauna observada en el AP y SAR

	AP	SAR
Número de especies registradas	32	64
Número de individuos	626	1689
Simpson	0.7606	0.8662
Shannon-Wiener	2.039	2.723

A partir de los individuos observados se calcularon las frecuencias y abundancias relativas en el AP y SAR, con la intención de categorizar la abundancia de especies en la zona (Tabla 4.74; Figura 4.47). Se categorizaron 70 especies como muy raras y 2 especies abundantes, el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) y alondra cornuda (*Eremophila alpestris*). Estas especies fueron tan abundantes que, con respecto a ellas, el resto de las especies sólo puede ser categorizada con muy rara. Estas especies abundantes están compuestas típicamente de especies con estilos de vida gregarios por lo que generalmente se observaba más de un individuo con cada registro de la especie.

Tabla 4.75 Abundancia Relativa Y Frecuencia Relativa De Los Individuos Pertenecientes A Las Especies Registradas De Avifauna En El Ap Y Sa

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia Relativa (AR)	AP	SA	Frecuencia Relativa (FR)	AP	SA
Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de Collar	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Anatidae	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato Tepalcate	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor Pico Grueso	MR	MR	MR	0.008	0.000	0.011
Podicipedidae	<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor Orejón	MR	MR	MR	0.008	0.000	0.011
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de Collar Turca	MR	MR	MR	0.008	0.000	0.011
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	MR	MR	MR	0.008	0.000	0.011

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia Relativa (AR)	AP	SA	Frecuencia Relativa (FR)	AP	SA
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	MR	MR	MR	0.028	0.042	0.022
Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo Pecho Blanco	MR	MR	MR	0.004	0.014	0.000
Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí Magnífico	MR	MR	MR	0.008	0.014	0.005
Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	MR	MR	MR	0.004	0.014	0.000
Trochilidae	<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí Lucifer	MR	MR	MR	0.020	0.014	0.022
Trochilidae	<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador Cola Ancha	MR	MR	MR	0.045	0.000	0.060
Trochilidae	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	MR	MR	MR	0.012	0.000	0.016
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Tildío	MR	MR	MR	0.032	0.042	0.027
Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	Playero Semipalmeado	MR	MR	MR	0.008	0.000	0.011
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Alzacolita	MR	MR	MR	0.008	0.000	0.011
Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Playero Solitario	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Laridae	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	MR	MR	MR	0.012	0.000	0.016
Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garza Tricolor	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	MR	MR	MR	0.004	0.014	0.000
Accipitridae	<i>Greanoetus albicaudatus</i>	Aguililla Cola Blanca	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	MR	MR	MR	0.020	0.014	0.022
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote Llanero	MR	MR	MR	0.004	0.014	0.000
Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	MR	MR	MR	0.012	0.000	0.016
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	MR	MR	MR	0.036	0.042	0.033

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia Relativa (AR)	AP	SA	Frecuencia Relativa (FR)	AP	SA
Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de Pechera Común	MR	MR	MR	0.024	0.014	0.027
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	MR	MR	MR	0.020	0.042	0.011
Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Papamoscas del Oeste	MR	MR	MR	0.012	0.000	0.016
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas Chico	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Tyrannidae	<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas Fibi	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	PapamoscaCardenalito	MR	MR	MR	0.012	0.014	0.011
Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Papamoscas Chibiú	MR	MR	MR	0.016	0.056	0.000
Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo Americano	MR	MR	MR	0.032	0.056	0.022
Corvidae	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara Transvolcánica	MR	MR	MR	0.008	0.000	0.011
Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra Cornuda	A	C	A	0.040	0.056	0.033
Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina Verdemar	MR	MR	MR	0.016	0.000	0.022
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Alas Aserradas	MR	MR	MR	0.008	0.000	0.011
Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina Ribereña	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	MR	MR	MR	0.049	0.056	0.044
Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	MR	MR	MR	0.016	0.014	0.016
Sittidae	<i>Sitta carolinensis</i>	Bajapalos Pecho Canela	MR	MR	MR	0.008	0.000	0.011
Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared Barranqueño	MR	MR	MR	0.016	0.000	0.022
Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared Cola Larga	MR	MR	MR	0.016	0.014	0.049
Turdidae	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo Garganta Azul	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche Pico Curvo	MR	MR	MR	0.049	0.056	0.044
Ptiliognatidae	<i>Ptiliognys cinereus</i>	Capulinerio Gris	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Ptiliognatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinerio Negro	MR	MR	MR	0.016	0.042	0.005

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia Relativa (AR)	AP	SA	Frecuencia Relativa (FR)	AP	SA
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	A	A	A	0.065	0.070	0.060
Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó	MR	MR	MR	0.004	0.014	0.000
Passerellidae	<i>Pipilo maculatus</i>	Rascador Moteado	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Passerellidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Canela	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Passerellidae	<i>Melospiza fusca</i>	Rascador Viejita	MR	MR	MR	0.036	0.042	0.033
Passerellidae	<i>Oriturus superciliosus</i>	Zacatonero Serrano	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Passerellidae	<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión Barba Negra	MR	MR	MR	0.032	0.028	0.033
Passerellidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión Sabanero	MR	MR	MR	0.020	0.028	0.016
Passerellidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco Ojos de Lumbre	MR	MR	MR	0.012	0.000	0.016
Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile	MR	MR	MR	0.049	0.099	0.027
Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Calandria Tunera	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo Sargento	MR	MR	MR	0.012	0.014	0.011
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Tordo Cabeza Café	MR	MR	MR	0.004	0.014	0.000
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	MR	MR	MR	0.004	0.014	0.005
Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe Amarillo	MR	MR	MR	0.004	0.000	0.005
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	MR	MR	MR	0.008	0.000	0.011
Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	MR	MR	MR	0.008	0.014	0.005
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo Azul	MR	MR	MR	0.004	0.014	0.000

Categoría de abundancia asignada. MR= muy rara, R= rara, C= común, A= Abundante

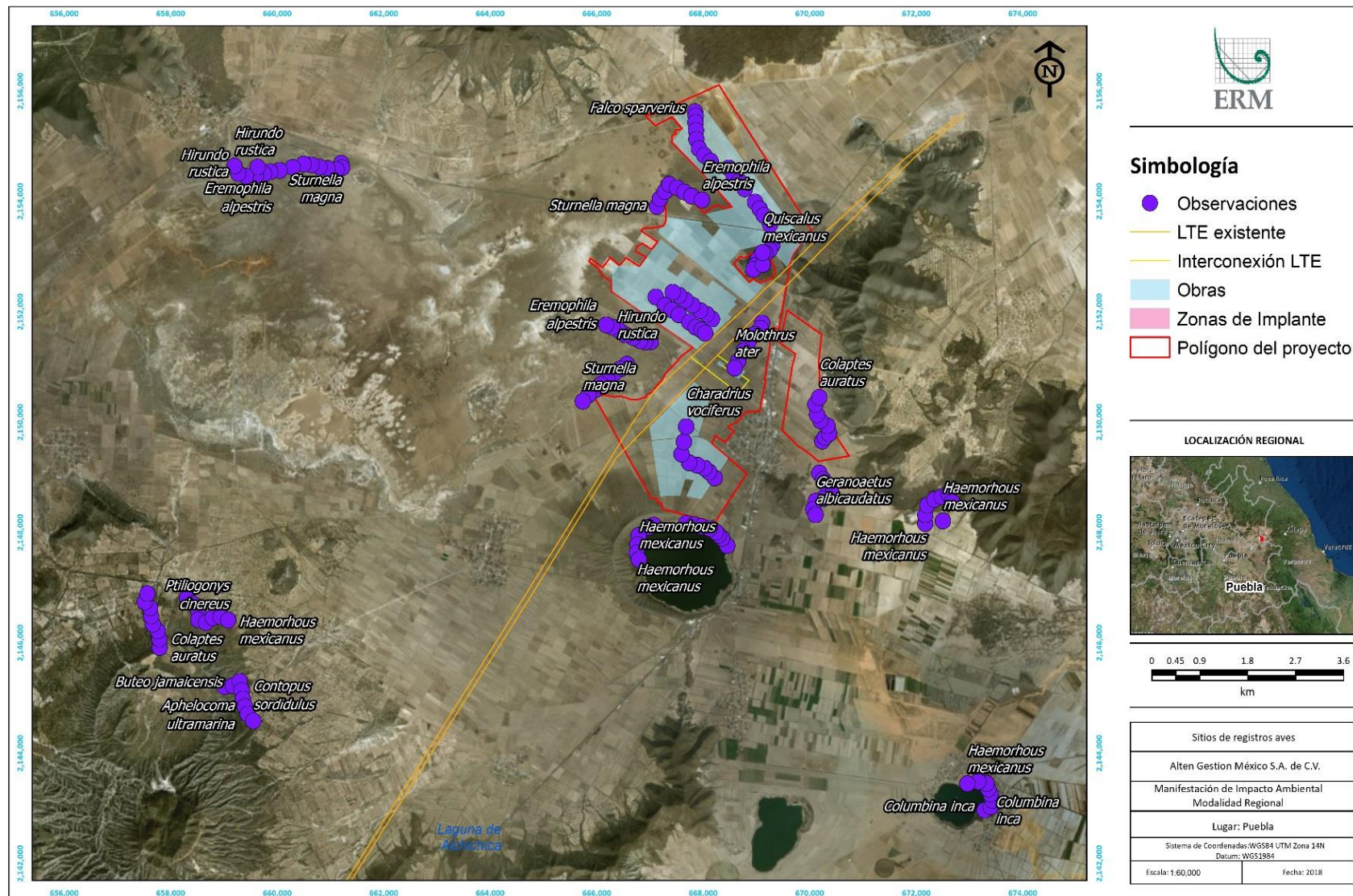


Figura 4.47 Ubicación de los Sitios Donde se Registraron Especies de Aves

Las plantas fotovoltaicas, como consecuencia de su funcionamiento, no tienen impactos evidentes sobre la fauna voladora como es el caso de otras fuentes de energía (Lleó-Pascual, 2017). Sin embargo, sí se han registrado impactos sobre la fauna durante la fase de construcción, debido a la alteración del hábitat y desplazamiento de individuos de poblaciones locales. Pasqualino *et al.* (2015) identifican que los impactos tienden a no ser significativos durante las etapas de construcción de una planta fotovoltaica, debido a que las modificaciones no son permanentes sino temporales. Por otro lado, en la fase de operación los impactos son prácticamente nulos y se reducen a los asociados a las tareas de mantenimiento. En particular, la construcción de las vías de acceso y las edificaciones auxiliares causan los impactos más significativos sobre la vegetación y la fauna. Es por esto que se sugiere que la implementación de este tipo de proyectos debe priorizar la construcción sobre las zonas que presenten menor cubierta vegetal, con la intención de evitar una profunda afectación del hábitat y minimizar los impactos sobre la flora y la fauna (Tsoutsos *et al.* 2005). Lleó-Pascual, (2017) sugiere, además, en particular, para la avifauna, que se eviten ruidos y vibraciones en épocas de reproducción y si se detecta algún nido este debe ser respetado. Además, una vez acabadas las obras se adecuarán los nuevos hábitats para que puedan mantener comunidades de especies focales (Guerin, 2017).

Específicamente, en cuanto a la fauna se debe detectar el tipo de especies afectadas, y la sensibilidad de las especies al cambio. En principio se consideran vulnerables a todas aquellas especies bajo alguna categoría de protección, ya sea de acuerdo con la normatividad nacional o en convenios internacionales (Tabla 4.76). Otro factor a tener en cuenta a la hora de evaluar la vulnerabilidad de las especies es su distribución y capacidad de desplazamiento o vagilidad. De las especies anteriores, las que tienen mayor vulnerabilidad dada su poca vagilidad son los reptiles y las especies endémicas. Es importante resaltar que, en la zona de interés, se distribuyen varias especies endémicas a México y la Faja Volcánica Transmexicana.

Tabla 4.77 *Especies protegidas registradas en el AP y el SAR*

	Clase	Especie	Nombre común	End.	AP	SA
NOM-059	Pr	Reptilia	<i>Aspidocelis costata</i>	Huico del Oeste Mexicano	En	X
	Pr	Reptilia	<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante del Popocatepetl	En	X
	A	Reptilia	<i>Crotalus ravus</i>	Víbora cascabel pigmea mexicana	En	X

	Clase	Especie	Nombre común	End.	AP	SA
	Pr	Reptilia	<i>Crotalus scutulatus</i>	Cascabel del Altiplano	-	X
	Pr	Reptilia	<i>Sceloporus megalepidurus</i>	Lagartija escamosa escamas grandes	En	X
	A	Reptilia	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de montaña	En	X
	Pr	Reptilia	<i>Plestiodon lynxe</i>	Eslizón de Bosque de Encinos	-	X
	Pr	Mammalia	<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardilla jaspeada	-	X
	Pr	Mammalia	<i>Dipodomys phillipsii</i>	Rata canguro de Phillip	En	X
	Pr	Aves	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	-	X
	Pr	Aves	<i>Greanoaetus albicaudatus</i>	Aguililla Cola Blanca	-	X
	A	Aves	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros	-	X
IUCN	VU	Reptilia	<i>Sceloporus megalepidurus</i>	Lagartija escamosa escamas grandes	En	X
	NT	Mammalia	<i>Lepus callotis</i>	Liebre Torda		X
	NT	Aves	<i>Calidris pusilla</i>	Playero Semipalmeado	-	X
CITES	II	Mammalia	<i>Lynx rufus</i>	Lince, Gato Montés	-	X
	II	Mammalia	<i>Puma concolor</i>	Puma	-	X
	II	Aves	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí Magnífico	-	X
	II	Aves	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	SE	X
	II	Aves	<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí Lucifer	SE	X
	II	Aves	<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador Cola Ancha	SE	X
	II	Aves	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	-	X
	II	Aves	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	-	X

	Clase	Especie	Nombre común	End.	AP	SA
II	Aves	<i>Greanoaetus albicaudatus</i>	Aguililla Cola Blanca	-		X
II	Aves	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	-		X
II	Aves	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	-	X	X
II	Aves	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote Llanero	-	X	
II	Aves	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	-	X	X

Las categorías de riesgo conforme a IUCN (2017) (LC = preocupación menor, NT = casi amenazada, VU= vulnerable, EN = en peligro, CR = en peligro crítico); CITES (Apéndice I: especies en peligro de extinción cuyo comercio está prohibido, y sólo se permite cuando está sujeto a una reglamentación muy estricta; Apéndice II: especies que no están necesariamente en peligro de extinción, pero que pueden estarlo si su comercio y aprovechamiento no se regula de manera estricta); y NOM-059-SEMARNAT-2010 (P = En Peligro de Extinción, A = Amenazada; Pr = Sujeta a Protección Especial).

Algunos efectos sobre la fauna voladora han sido registrados en este tipo de proyectos, pero sólo en caso de que sean colocadas líneas de transmisión, las cuales pueden afectar a aves y murciélagos por electrocución o choque contra el cableado eléctrico (Bevanger 1998). El tipo de fauna sensible a este tipo de estructuras son aquellas que vuelan a alturas del cableado, gregarias de mediano a gran tamaño, con envergaduras que no permitan el paso fácil entre los cables, y con hábitos de percha. En caso de tener este tipo de estructuras dentro de las instalaciones de la planta fotovoltaica, es recomendable llevar a cabo medidas de mitigación o reducción de riesgo como colocar el cableado bajo tierra, aislar correctamente el cableado y otras estructuras eléctricas, continuo monitoreo para evaluar la fauna más sensible, entre otras (Prinsen *et al.*, 2011).

4.2.3 Medio Socioeconómico

Resulta necesario conocer el desarrollo socioeconómico de la población de un lugar para posteriormente evaluar en qué medida la implementación de un proyecto influenciará las condiciones de vida de los pobladores de un lugar.

La dimensión de un proyecto y sus potenciales de afectación son reducidos, por lo que en términos de localización geográfica y el alcance socioeconómico del Proyecto, el único municipio involucrado es Tepeyahualco, en el estado de Puebla.

4.2.3.1 Demografía y población económicamente activa (PEA)

Número de habitantes y dinámica de la población

Para el año 2015, de acuerdo a la encuesta intercensal, la población total del municipio de Tepeyahualco era de 16,892 personas, equivalente al 0.3% del estado de Puebla. El 82% de la población habitaba en localidades rurales, mientras que el 15% se consideraba urbana. El 72% de la población municipal está en situación de pobreza, de los cuales el 15% está bajo la categoría de pobreza extrema, ver Figura 4.48. (CEIEG, 2015).

DISTRIBUCIÓN DE LA POBREZA

■ Pobreza extrema ■ Pobreza moderada

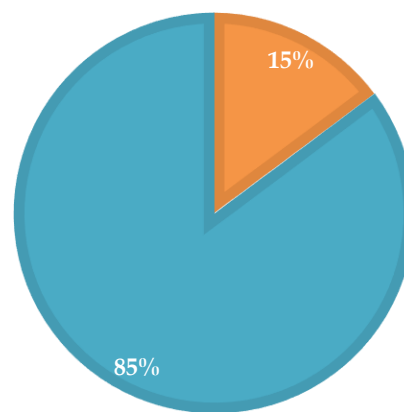


Figura 4.48 *Distribución de la pobreza en el municipio de Tepeyahualco*

Fuente: Elaboración propia con datos de (CEIEG, 2015)

En relación a las viviendas, el 98% de cuentan con agua entubada, el 73% con drenaje y el 98% disponen de electricidad. Únicamente el 3% de las viviendas tienen piso de tierra. En la Tabla 4.78, se presentan algunos indicadores sociales que dan una visión general del estado del municipio de Tepeyahualco.

Tabla 4.79 *Indicadores sociales*

Indicador social	Grado	Descripción
Marginación	Muy bajo	El Índice de Marginación es un indicador multidimensional que mide la intensidad de las privaciones padecidas por la población a través de 9 formas de exclusión agrupadas en 4 dimensiones: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios. (CONAPO, 2015)
Desarrollo humano	Bajo	El Índice de Desarrollo humano (IDH) es un indicador creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) con el fin de determinar el nivel de desarrollo que tienen los países del mundo.
Rezago Social	Alto	El Índice de Rezago Social es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales. (CONEVAL, 2105)
Intensidad Migratoria	Medio	El objetivo del índice de Intensidad Migratoria es captar la intensidad del fenómeno migratorio (CONAPO, s.f.)
Fuente: Elaboración propia con datos de (CEIEG, 2015)		

Distribución por sexo y edad

A continuación, se presenta un breve análisis de las dinámicas de distribución poblacional para el municipio de Tepeyahualco. De acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado por INEGI en el 2010, el 48.8% de la población son hombres y el 51.2% son mujeres; el 60% de la población se encuentra entre los 15 y los 65 años y el 8% son adultos mayores.

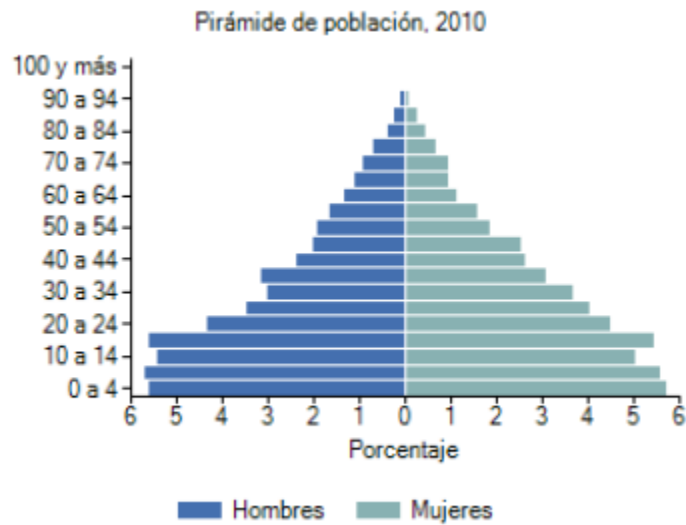


Figura 4.49 Pirámide poblacional del municipio de Tepeyahualco

Población económicamente activa (PEA)

La población ocupada eran 5,007 personas en el año 2015. Como se puede observar en la Figura 4.50, la gran mayoría de la población ocupada en el municipio de Tepeyahualco al sector primario en actividades de agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza; así como a las industrias manufactureras, que corresponden al sector secundario.

POBLACIÓN OCUPADA EN EL MUNICIPIO DE TEPEYAHUALCO

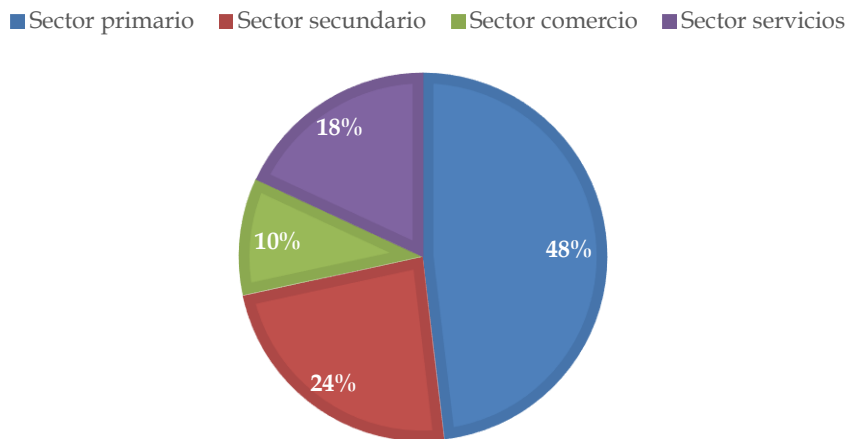


Figura 4.50 Población ocupada

Fuente: Elaboración propia con datos de (CEIEG, 2015)

Salud, fecundidad y mortandad

En el municipio de Tepeyahualco hay 8 unidades médicas de consulta externa; sin embargo, no hay hospitales generales ni de especialidades; el porcentaje de población afiliada a servicios de salud era del 85%; mientras que las tasas de mortalidad y de mortalidad infantil eran de 3.25 y 2.60, respectivamente. (CEIEG, 2015)

Características educativas

Hay 41 escuelas en el municipio de las cuales 13 son preescolar, 13 son primarias, 9 son secundarias y 6 son bachillerato; del total de la población municipal, 1,260 habitantes son analfabetas. (CEIEG, 2015)

4.2.4 *Paisaje*

El paisaje es la percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas, es decir, el complejo de interrelaciones derivadas de la interacción de rocas, agua, aire, plantas y animales, y es además, el escenario de las actividades humanas, por tanto determina de alguna manera las costumbres de los habitantes de una zona¹. Constituye un recurso debido a los valores estéticos, culturales y educativos que posee. La interpretación del paisaje depende de la percepción del entorno. La percepción tiene una serie de elementos básicos, que son: Paisaje (composición de formas naturales y antrópicas) Visibilidad, Observador e Interpretación.

Para abordar la descripción del paisaje en el SAR se definieron, con base en la presencia/ausencia de elementos paisajísticos característicos, los siguientes paisajes elementales:

1. Pastizal Halófilo
2. Agricultura de Temporal
3. Pastizal Inducido
4. Matorral Desértico Rosetófilo
5. Bosque de Pino- Encino
6. Bosque de Tásate
7. Vegetación Secundara Arbórea de Bosque de Pino

¹ Díaz Pineda F. et al.1973. Terrestrial ecosystem adjacent to large reservoirs. Eco-survey and diagnosis. Cit. en: González B. F. 1981. Ecología y Paisaje. H. Blume Ediciones. Madrid p. 3



1. Pastizal Halófilo



2. Agricultura de Temporal



3. Pastizal Inducido



4. Matorral Desértico Rosetófilo



5. Bosque de Pino- Encino



6. Bosque de Táscate



Figura 4.51 *Tipos de Paisaje presentes en el SAR*

Posteriormente se evaluaron cada una de las unidades paisajísticas encontradas de acuerdo con las siguientes variables:

Tabla 4.80 *Variables de las unidades paisajísticas*

Unidades paisajísticas	Descripción
Calidad visual (CV)	Valoración estética y ecológica del grado de alteración de una zona, así como la importancia o valor visual de la misma.
Fragilidad visual (FV)	Susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él. Está en función de la respuesta del paisaje a variables en los gradientes de: topografía, vegetación, temperatura, humedad y suelos. Un factor adicional a esta variable se impone por disturbios, interacciones bióticas y el uso de suelo.
Visibilidad (V)	Es la susceptibilidad de una zona o escena a ser contemplada y se determina a partir de las cuencas visuales ² , los núcleos urbanos y está en función de la distancia.

Fuente: Montoya et al. 2002; Turner et al., 1991; Martínez, 2003.

En la Tabla 4.81 se resumen los resultados obtenidos para estos parámetros.

La valoración de la calidad visual, fragilidad visual y visibilidad, fueron empleados para calcular la Calidad Visual Vulnerable (CVV) del paisaje, misma que sirve de indicador integral de la sensibilidad del paisaje ante los cambios

²Es la zona susceptible de observación, a partir de puntos de acceso o permanencia como carreteras o centros urbanos con límites radiales de 4 km (Martínez, 2003). Además, en esta sección se consideran también los caminos rurales existentes y las áreas recreativas y laborales que se localizan en el campo.

producidos por el Proyecto (Carabelli, 2002). Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 4.82.

Tabla 4.83 *Evaluación de calidad visual, fragilidad visual y visibilidad del paisaje*

TIPO DE PAISAJE	CALIDAD VISUAL	FRAGILIDAD VISUAL	VISIBILIDAD
Pastizal Halófilo	Baja	Media	Baja
Zonas agrícolas	Baja	Baja	Baja
Pastizal Inducido	Baja	Baja	Baja
Matorral desértico rosetófilo	Media	Baja	Media
Bosque de Pino-Encino	Alta	Alta	Alta
Bosque de Táscate	Media	Alta	Alta
Vegetación Secundara Arbórea de Bosque de Pino	Media	Alta	Media
Promedio	Media	Media	Media

Fuente: ERM, 2018

Tabla 4.84 *Resultados de la calidad visual vulnerable*

UNIDAD PAISAJÍSTICA	CALIDAD VISUAL VULNERABLE (CVV) Categoría
Pastizal Halófilo	Baja
Zonas agrícolas	Baja
Pastizal Inducido	Baja
Matorral desértico rosetófilo	Media
Bosque de Pino- Encino	Alta
Bosque de Táscate	Alta
Vegetación Secundara Arbórea de Bosque de Pino	Media
Promedio	Media

Fuente: ERM, 2018

4.2.5

Estado de conservación de los ecosistemas en el SAR y el AP

Para establecer el estado o grado de conservación de un área es importante definir lo que puede considerarse como un buen estado de conservación; en este sentido y para efectos de establecer un criterio homogéneo que describa las condiciones del polígono del Proyecto y su SAR se define lo siguiente:

- **Alto:** Las áreas que presentan una estructura y composición de la vegetación equivalentes a las desarrolladas sin grandes interferencias humanas, en donde ocurren procesos ecológicos que permiten la continuidad de las especies y la prestación de servicios ambientales.
- **Intermedio:** Las áreas que aún presentan vegetación nativa en cuya estructura y composición se advierten cambios originados por actividades antrópicas.
- **Bajo:** Las áreas que han perdido la estructura y composición de la vegetación nativa que correspondía a sus características climáticas y edáficas. El desarrollo de actividades antrópicas o la ocurrencia de eventos naturales (incendio, lluvias) pudieron haber reducido la riqueza y diversidad de especies y su estructura original.

De acuerdo a los criterios descritos anteriormente, en el caso del AP presenta un estado de conservación Bajo, ya que las áreas dentro del proyecto debido a la actividad agrícola actual han perdido la estructura y composición de la vegetación nativa que correspondía a sus características climáticas y edáficas (Matorral desértico rosetófilo). Los principales cultivos por orden de extensión son la papa (*Solanum tuberosum*), el maíz (*Zea mays*) y la zanahoria (*Daucus carota*), aunque también se registran cultivos de haba (*Vicia faba*) y frijoles (*Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus*) (SEFIPLAN, 2016; García-Romero et al., 2010).

Dentro del SAR existen zonas con niveles de conservación Alto e Intermedio, sin embargo, estos se encuentran lejos del AP, adicionalmente el paisaje de la zona tiene elementos que promueven la percepción de fragilidad, tales como la aridez del suelo, la presencia de minas de arena, fábricas y expendios de material de construcción que derivan en una gran cantidad de partículas suspendidas (limitantes de visibilidad) e instalaciones de apariencia industrial.

4.2.6

Conclusiones

En términos generales el predio donde se desarrollará el Proyecto corresponde en uso de suelo de tipo agricultura de riego anual, y durante la visita a campo se confirmó bajo los puntos de muestreo de vegetación anteriormente descritos.

El promedio resultante del análisis de la Calidad Visual Vulnerable (CVV) para las diferentes unidades paisajísticas (UP) resultó como Medio ya que hay tanto elementos con valores altos, medios y bajos, sin embargo, lo dominante en extensión y predominancia son la Agricultura de Temporal, el Pastizal Inducido, y el Pastizal Halófilo, los cuales son zonas impactadas que le restan naturalidad al medio, así como también disminuyen la calidad escénica.

4.3

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El SAR se encuentra en una zona de transición de los climas semiáridos de los Llanos de San Juan a los templados de la zona de Perote donde los meses más cálidos son de abril a septiembre y la temporada de lluvias se presenta en verano y otoño; está cubierto por suelos de texturas media y gruesa principalmente, siendo la erosión la mayor amenaza que presenta al tener entre sus tipos de suelo los Leptosol, Arenosol, Phaeozem y Regosol; particularmente en las áreas donde la sobreexplotación, desarrollo urbano y creciente degradación química y erosión del suelo ocasionada por las actividades agrícolas, principalmente en los Leptosol y Solonchak, han llevado al deterioro de la vegetación nativa. Dichas actividades, así como el desarrollo de pastizal halófilo e inducido en esta región se ven favorecidos por la presencia de suelos Solonchak, Fluvisol, Andosol y Phaeozems, todos fértiles y con propiedades favorables para la producción agrícola.

La fragilidad del medio físico se refiere a la susceptibilidad a la degradación por cambios o disturbio. La fragilidad está determinada por los elementos del medio abiótico que generan resistencia o vulnerabilidad a procesos de degradación, como la erosión, la contaminación y reducción de cuerpos de agua, movimientos de ladera y contaminación atmosférica; es decir, procesos que degradan el suelo, el aire y el agua de un sistema. Deben emplearse factores cuantificables, ya que valores cualitativos no pueden ser normalizados y nos son útiles al modelo.

De acuerdo a lo anterior, se emplearon las capas de erosión total e infiltración al acuífero para determinar el grado de fragilidad del SAR. Las dos capas fueron normalizadas para tener valores entre 0 y 1, tras lo que fueron promediadas, el resultado es reclasificado como “Muy resistente” de 0 a 0.20, “Resistente” de 0.21 a 0.40, “Moderadamente frágil” de 0.41 a 0.60 y “Frágil” de 0.61 a 1 (para evitar solo incluir datos extremos). En el caso del SAR hay presencia de zonas frágiles y moderadamente frágiles, ya que la mayor erosión ocurre en las zonas agrícolas, donde la infiltración es menor; mientras que las zonas de recarga alta se encuentran en las zonas forestadas y con pendientes abruptas, donde la erosión es baja por la cubierta y tipo de suelos. (Ver Figura 4.52).

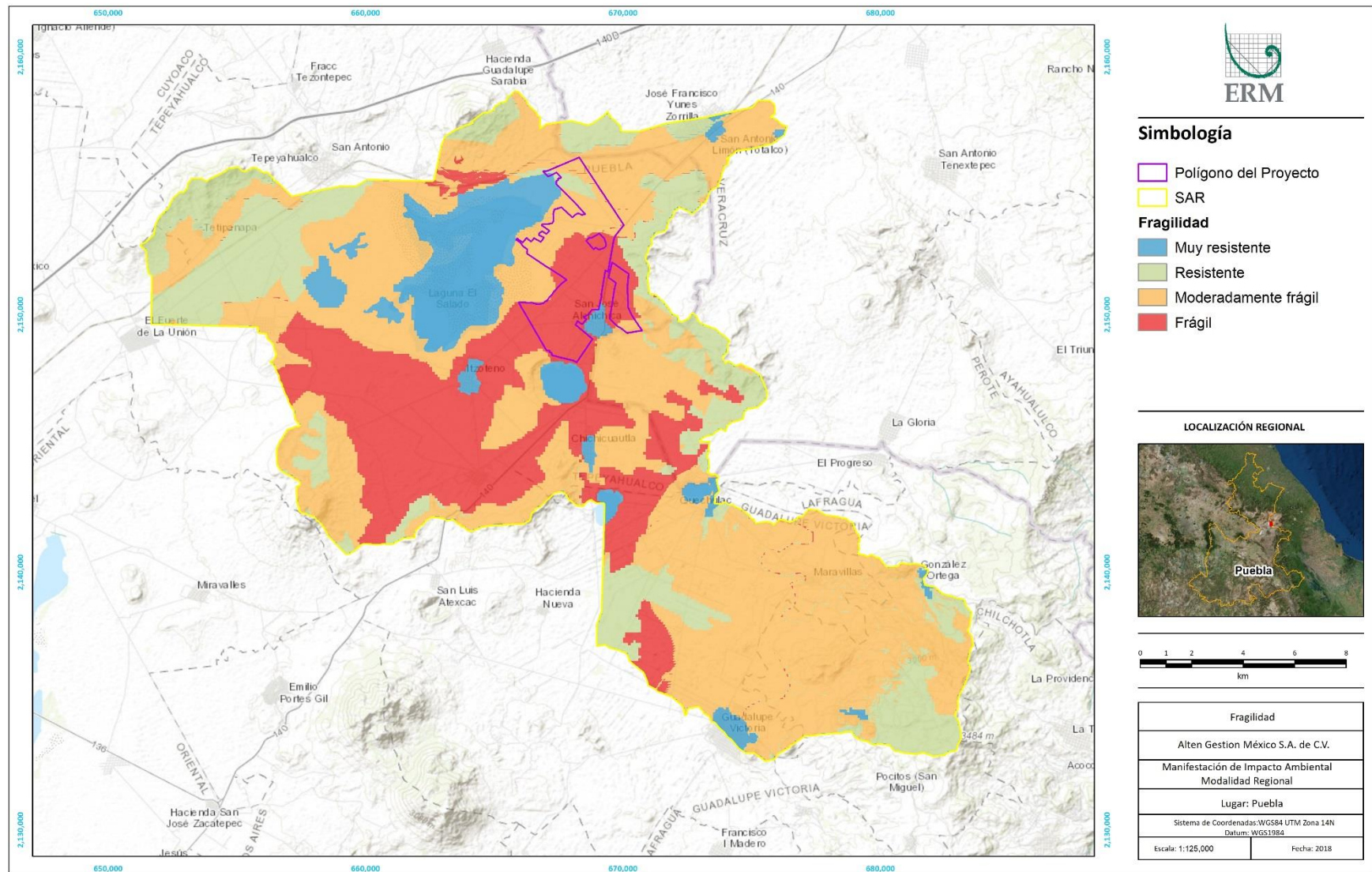


Figura 4.52 Fragilidad en el SAR

Las superficies empleadas con fines agrícolas y ganaderos, hace evidente el desplazamiento de la vegetación nativa en el SAR; estas actividades en conjunto con la infraestructura de carreteras y caminos han fragmentado el paisaje en algunas secciones del SAR. La riqueza de especies y los ambientes se han reducido considerablemente en los ecosistemas artificiales como los agrícolas, donde la diversidad biológica se ha visto disminuida y han ingresado elementos de manera artificial, demandando mayores recursos como agua y nutrimentos para el suelo.

Por otro lado, el estado de conservación se obtuvo comparando el estado de la vegetación por comunidad vegetal, el cual se obtuvo del mapa de uso de suelo y vegetación Serie VI del INEGI. Para obtener un valor del estado de conservación se normalizó la variable "C"; posteriormente, se obtuvieron categorías de conservación de acuerdo al promedio donde de 0 a 0.25 es muy conservado, de 0.25 a 0.50 es conservado, de 0.51 a 0.75 es perturbado y de 0.76 a 1 es muy perturbado. En el caso de otras cubiertas se les da un valor de cero por no aplicar al criterio. El SAR presenta en su mayoría valores de muy perturbado seguido por perturbado, se aprecian zonas conservadas en los bordes. El AP presenta zonas muy perturbadas y perturbadas (Ver Figura 4.53)

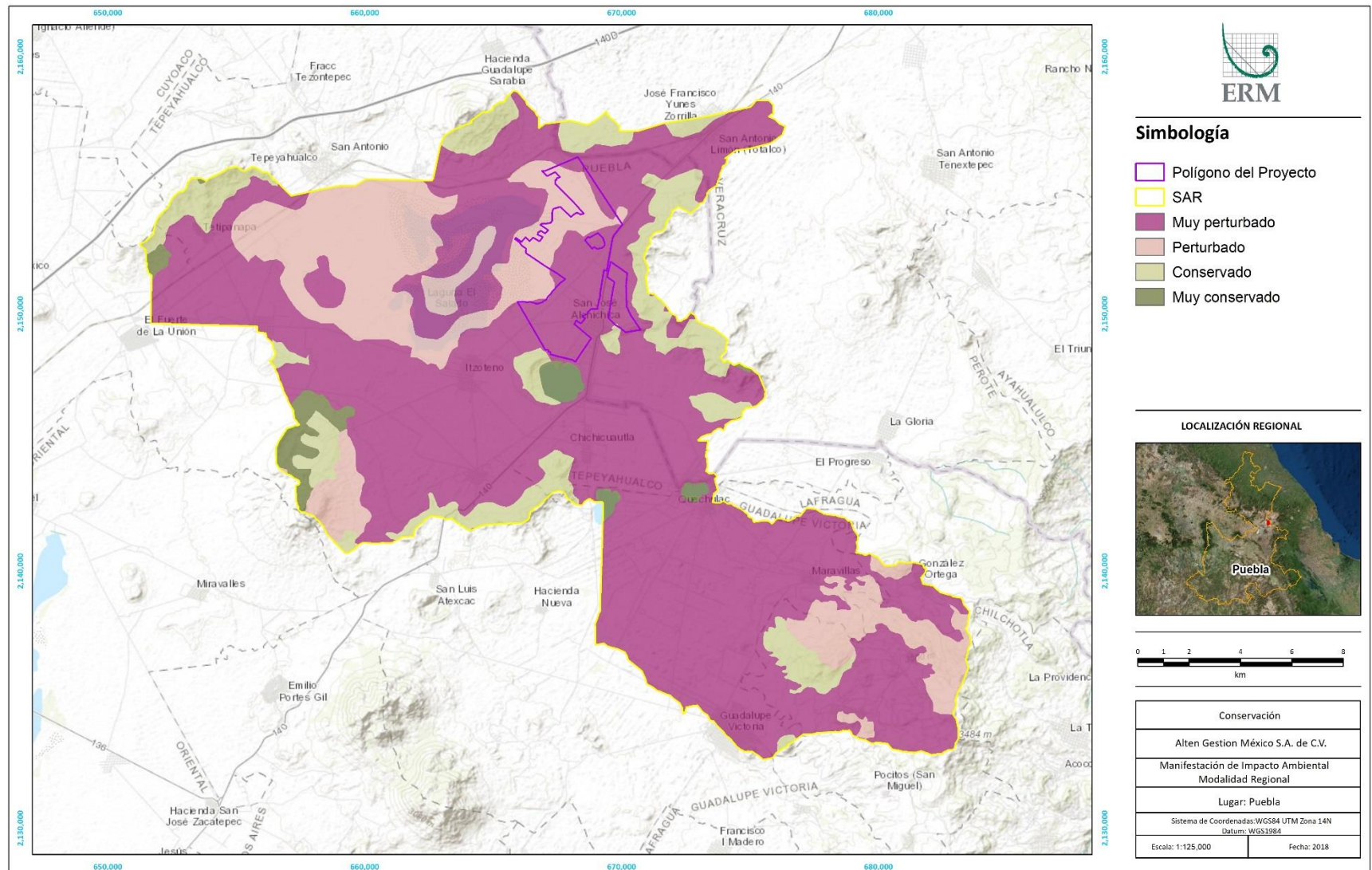


Figura 4.53 Conservación en el SAR

Para obtener las categorías diagnósticas del sistema ambiental y área de proyecto se sobrepusieron las capas presentadas de fragilidad del medio físico y estado de conservación, con lo que se obtuvieron 16 categorías que combinan los parámetros de fragilidad y conservación del medio (*Figura 4.54*).

En general, el SAR posee un medio físico frágil y muy perturbado, dada la dominancia de los terrenos agrícolas, la erosión alta y la baja infiltración en las áreas de cultivos. Existen zonas aisladas en las que se aprecia alta resistencia y un grado de conservación, sin embargo, para el AP se observa Frágil y muy perturbado, y moderadamente frágil y perturbado.

En general el SAR es una zona frágil debido al alto potencial debido a la erosión eólica e hídrica, combinado con un tipo de vegetación árida, halófito los cuales no protegen eficientemente el suelo, y aunado al gran impacto de las prácticas agrícolas en la zona la cual deja más vulnerable a la erosión. El SAR es una zona con pocas áreas conservadas debido a la fuerte presencia de actividades agropecuarias las cuales han transformado el sitio desde hace siglos atrás. Un proyecto de esta naturaleza no se prevé que empeore las condiciones actuales del sitio.

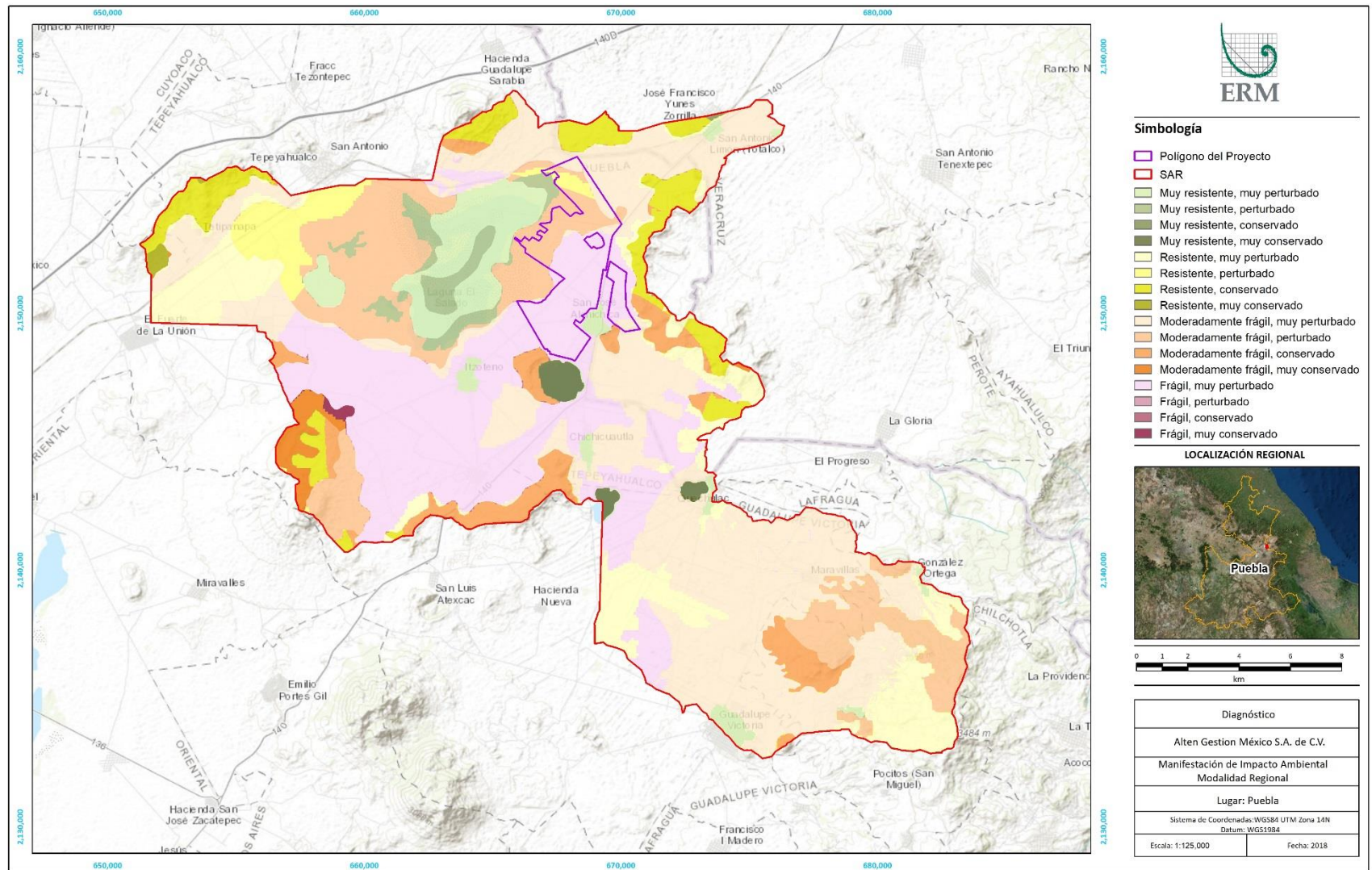


Figura 4.54 Diagnóstico ambiental

Las condiciones bióticas presentes en la parte del SAR donde se instalará el Proyecto, demuestran un alto grado de perturbación antropica, principalmente en las zonas donde hay agricultura, lo cual es evidente por la escasa cobertura vegetal natural que deriva en una baja diversidad florística y faunística.

La única cubierta vegetal clasificada como un tipo de vegetación primaria para la zona es el matorral desértico rosetófilo y el bosque de pino, el cual de acuerdo con Rzedowski (1978) se caracteriza por un estrato de entre 2 y 4 m de altura con dominancia de *Nolina parviflora* y un estrato arbustivo con *Agave obscura* y *Hechtia roseana*, así como elementos de los géneros *Salvia*, *Chrysactinia* y *Dalea*. Adicionalmente, en algunas zonas es posible encontrar *Yucca* en el estrato arbóreo (denominándose "izotales" las zonas en las que ésta prevalece, o bien coexiste con *Nolina parviflora* y *Dasylyrion* en el arbustivo (INEGI, 2013).

En cuanto a la agricultura, los principales cultivos por orden de extensión son la papa (*Solanum tuberosum*), el maíz (*Zea mays*) y la zanahoria (*Daucus carota*), aunque también se registran cultivos de haba (*Vicia faba*) y frijoles (*Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus*) (SEFIPLAN, 2016; García-Romero et al., 2010). No se encontró ninguna especie vegetal incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el área del proyecto.

En cuanto a la composición de comunidades de vertebrados terrestres dentro de la zona, estas se distinguen principalmente por contener elementos faunísticos típicos de hábitats de vegetación abierta, que además ocupa la mayor parte del área. Por ejemplo, las especies más abundantes registradas durante el monitoreo, la alondra cornuda (*Eremophila alpestris*) o el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*); el ratón de las rocas (*Peromyscus difficilis*) y la lagartija escamosa espinosa (*Sceloporus spinosus*). Otras especies distribuidas dentro de la zona de menor abundancia y mayores tamaños son escasas (por ejemplo, zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) o puma (*Puma concolor*), al igual que otras especies que incluso se encuentran protegidas dentro de los convenios internacionales y nacionales. En el capítulo 6 del presente estudio se establecen medidas de mitigación para evitar dañar estas especies.

5. ***IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL***

El medio ambiente está dividido en componentes bióticos, componentes abióticos, y componentes sociales; dichos componentes pueden verse afectados de manera directa o indirectamente durante el desarrollo del Proyecto.

En este capítulo se identifican, caracterizan y evalúan los impactos ambientales, y se identifican los impactos residuales, acumulativos y/o sinérgicos que se generen durante las diferentes etapas del Proyecto y se relacionarán con los diferentes componentes ambientales identificados en la región del Proyecto.

La evaluación ambiental es un proceso interdisciplinario que aborda las diferentes problemáticas relacionadas con el desarrollo de un proyecto, ya que tiene que ver con las ciencias sociales (economía, sociología, geografía, etc.); con el ámbito de las ciencias naturales (geología, biología, química, etc.); con los procesos constructivos (ingeniería civil, ingeniería industrial, etc.); con la administración y gestión de empresas (administración de los recursos, logística, costos de inversión, acciones de mitigación, etc.); y con el ámbito jurídico (cumplimiento de leyes, normas, acuerdos ordenamientos ecológicos, planes de desarrollo, tanto a nivel federal, estatal y municipal). En este capítulo se refleja el estudio y análisis de los factores y acciones que conforman el Proyecto descrito en el Capítulo 2 y sus interacciones y efectos con el medio ambiente descrito en el Capítulo 4 del presente documento.

5.1 ***METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES***

A continuación, se presenta una breve explicación del procedimiento que se ejerció para evaluar los impactos derivados del Proyecto y consecutivamente se manifiesta la valoración de los mismos.

En el Anexo 5.1 se describe la metodología de ERM para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, residuales y acumulativos; adicionalmente, a continuación, se presenta una breve explicación del procedimiento que se ejerció para evaluar los impactos derivados del Proyecto y consecutivamente se manifiesta la valoración de los mismos.

5.1.1 ***Impactos ambientales***

La identificación de impactos ambientales consiste, principalmente, en detectar cuáles de las actividades asociadas al Proyecto producen alteraciones a las características de los factores/componentes y atributos ambientales, es decir, se valora cómo el Proyecto se integra a su ambiente. Esta actividad, desarrollada con la ayuda de una matriz cruzada correlacionando las actividades con los

factores/componentes, se presenta como “Matriz de identificación de interacciones potenciales” y se basa en la matriz de interacciones básica de (Leopold, 1971). Esta matriz tiene en el eje horizontal las acciones que causan impacto ambiental; y en el eje vertical las condiciones ambientales existentes que puedan verse afectadas por esas acciones. Este formato proporciona un examen amplio de las interacciones entre acciones propuestas y factores ambientales.

Una vez identificados los impactos, se procede a la fase de evaluación, la cual consiste en la calificación y priorización de dichos impactos, ajustados a la naturaleza, momento, especificidades y caracterización ambiental del área de influencia.

En la evaluación se presenta un vínculo claro entre el impacto ocasionado por una acción determinada y el recurso/receptor sobre el que se hace dicha acción. Así, la significancia de un impacto se encontrará siempre ligada a las características que presenta el medio donde incide.

La terminología utilizada en la metodología propuesta por ERM para la caracterización de impactos se resume en la Tabla 5.1 y se presenta a detalle en el Anexo 5.1.

Tabla 5.1 Terminología utilizada para evaluar impactos ambientales

Característica	Definición	Designaciones	Descripción
Tipo	Una descripción que indica la relación del impacto con el Proyecto (en términos de causa y efecto)	Directo	Impactos primarios que se derivan de una interacción entre el Proyecto y un recurso/receptor (e.g. entre ocupación de una parcela de tierra y los habitantes que son afectados).
		Indirecto	Impactos secundarios y terciarios que siguen a las interacciones directas entre el Proyecto y su medio ambiente, como resultado de las interacciones subsecuentes dentro del medio (e.g. viabilidad de población de especies debido a la pérdida de parte de un hábitat como un resultado del Proyecto que ocupa una parcela de tierra)
		Inducido	Impactos sinérgicos o acumulativos que resultan de la interacción de otros impactos o actividades (que no son parte del Proyecto) y cuyos efectos rebasan el de las interacciones aisladas o presentan efectos aditivos como una consecuencia del Proyecto (e.g. influjo de seguidores de los campamentos como producto de la importación de gran parte de los trabajadores del Proyecto).
Extensión	Alcance del impacto	Local	Cuando el efecto del impacto es perceptible dentro del área del Proyecto y/o en el Área de Influencia Directa.
		Regional	Cuando el efecto del impacto es perceptible en el Sistema Ambiental y /o en el Área de Influencia Indirecta.
		Internacional	Cuando el efecto del impacto trasciende del Sistema Ambiental considerado e involucra jurisdicciones ambientales extranjeras o internacionales.
Duración		Temporal/Corto plazo	Cuando se prevé que el efecto del impacto tenga una duración igual o menor al 15% de la vida útil del Proyecto o que su efecto tenga la misma duración que la acción que lo ocasiona.

Característica	Definición	Designaciones	Descripción
	El periodo en el cual un recurso/receptor es afectado	Mediano plazo	Cuando se prevé que el efecto del impacto tenga una duración mayor al 15% pero menor al 50% de la vida útil del Proyecto, es decir, que hasta 3 meses una vez terminada la construcción y durante 15 años durante la operación del Proyecto.
		Largo plazo	Cuando se prevé que el efecto del impacto tenga una duración mayor al 50% de la vida útil del Proyecto, es decir, impactos cuyo efecto sobrepase los 4 meses después de la construcción y durante más de 15 años durante la operación del Proyecto, que sin embargo sean finitos.
		Permanente	Cuando el efecto del impacto permanece en el tiempo por tiempo indefinido.
Escala	La dimensión del impacto	Depende de cada tipo de impacto	Se determina cuando es posible medir el impacto mediante una escala numérica, por ejemplo: 95 dB (A), 200 m ³ /hr de descarga de fluentes, etc.
Frecuencia	Una medida de la constancia o periodicidad del impacto	Por evento	El impacto será generado únicamente durante la ocurrencia de un evento determinado.
		Continuo	El impacto será generado de forma regular y periódica.
		Discontinuo	El impacto será generado de forma regular, pero con periodicidad indefinida.
Fuente: ERM, 2015.			

Una de las características adicionales que corresponden sólo a los eventos no planificados (accidentes de tránsito, liberación accidental de gases tóxicos, disturbios en la comunidad, etc.) es la probabilidad. La probabilidad de que un evento ocurra se designa por medio de una escala cualitativa o semi-cuantitativa, donde haya datos adecuados disponibles), tal como se describe en la en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2 *Definición para las designaciones de probabilidad*

Probabilidad	Definición
Improbable	El evento es improbable pero puede ocurrir en algún momento durante las condiciones normales de operación.
Posible	El evento puede ocurrir en algún momento durante las condiciones de operación normal
Probable	El evento va a ocurrir durante condiciones normales de operación. (Es esencialmente inevitable)

Fuente: ERM, 2015.

Una vez que se han entendido las características del impacto, éstas se utilizan (en forma específica para el recurso/receptor en cuestión) para asignar una *magnitud* a cada impacto, la cual describe, fundamentalmente, el grado de cambio que el impacto podría impartirle al recurso/receptor.

Además de caracterizar la magnitud del impacto, el siguiente paso necesario para asignar significancia a un impacto dado es definir la sensibilidad del receptor impactado. Existe un rango de factores que deben tomarse en cuenta, los cuales pueden ser físicos, biológicos, culturales o humanos.

Una vez que se ha caracterizado la magnitud del impacto y la sensibilidad del receptor, se puede asignar significancia. La significancia del impacto se designa con los elementos incluidos en la matriz que se muestra en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 *Significancia de los impactos negativos*

		Sensibilidad/Vulnerabilidad/Importancia del Recurso/Receptor		
		Baja	Media	Alta
Magnitud del Impacto	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante
	Pequeña	Insignificante	Menor	Moderada
	Mediana	Menor	Moderada	Significativo
	Grande	Moderada	Significativo	Significativo
Fuente: ERM, 2015.				

5.1.2 *Impactos Residuales y Acumulativos*

Los impactos residuales y acumulativos fueron definidos mediante la identificación de las interacciones posibles entre varios impactos, cuyos efectos sumados o simultáneos generan otros (impactos acumulativos), así mismo, algunos de estos potencialmente pueden permanecer después de la aplicación de medidas de manejo (impactos residuales).

La metodología completa para la identificación y evaluación de impactos acumulativos, sinérgicos y residuales se encuentra en el Anexo 5.1.

Tomando en cuenta las etapas descritas en el Anexo 5.1 como parte de la metodología para la evaluación de impactos acumulativos, en una tabla se identifican los factores impactados receptores del Proyecto y su delimitación geográfica.

De igual forma, se analiza la duración de los factores y el área geográfica con potenciales proyectos, actividades, desarrollos o impactos futuros en la zona. Esta información se refleja en una tabla de interacciones, donde se presenta un nivel de detalle para llevar a cabo un análisis, tomando en cuenta la información disponible en la línea base ambiental y en las investigaciones sociales y de partes interesadas, investigadas en previos capítulos del presente documento.

Una vez definidos los receptores sobre los que se pueden esperar efectos residuales y acumulativos, se analiza la interacción de estos con los impactos relevantes del Proyecto que ya fueron descritos. En aquellos casos en los que un mismo componente (ej. fauna), es objeto de más de un impacto de cada tipo (ambiental y acumulativo) y para el cual los impactos persisten aun después de aplicar medidas de mitigación, se indica que sufrirá efectos residuales como resultado de la acción del Proyecto.

5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Para determinar los impactos ambientales, se definen a continuación las fuentes generadoras de los mismos (Tabla 5.4), así como los factores ambientales que pudieran verse afectados y sus indicadores (**Error! Reference source not found.**).

5.2.1 Componentes del proyecto generadores de impactos ambientales

Con base en el análisis de la información presentada en el Capítulo 2, se identificaron las acciones del Proyecto que pueden incidir o afectar el Área de Influencia (AI), mismas que se muestran en la Tabla 5.4

Tabla 5.4 Componentes del Proyecto generadores de impactos ambientales

Etapas	Actividad	Descripción
Preparación y Construcción (PC)	PC1	Adecuación de accesos
	PC2	Desmante y despalme
	PC3	Nivelaciones y aplanado
	PC4	Zanjas y drenajes
	PC5	Montaje de valla perimetral
	PC6	Cimentación
	PC7	Anclaje y montaje de estructuras
	PC8	Montaje eléctrico
	PC9	Estructuras de las subestaciones
	PC10	Instalación de LTE
Operación y Mantenimiento (OM)	OM1	Generación de energía eléctrica
	OM2	Mantenimiento de estructuras
	OM3	Mantenimiento de caminos, drenajes y zanjas
	OM4	Limpieza de paneles
Abandono del sitio (AS)	AS1	Desmantelamiento de estructuras
	AS2	Estabilización del terreno
	AS3	Limpieza y revegetación del sitio

5.2.2 Indicadores de impacto y de cambio climático

Considerando las características del SAR descritas en el Capítulo 4, así como las posibles interacciones, se determinaron los factores e indicadores ambientales que pudieran verse afectados por las actividades del Proyecto ya sea de forma positiva o negativa, los cuales se enlistan en la Tabla 5.5. **Error! Reference source not found.**

Tabla 5.5 Indicadores ambientales que pueden ser impactados por el Proyecto

Medio	Factor	Atributo	Indicadores de impacto	
Abióti co	Atmósfera	A1	Calidad del aire	Concentraciones de CO, NO _x , SO _x , PM ₁₀ y PM _{2.5}
		A2	Ruido	Niveles de ruido.

Medio	Factor	Atributo	Indicadores de impacto		
	Suelos	A3	Propiedades fisicoquímicas	Textura, estructura, LMP de contaminantes en suelo, propiedades fisicoquímicas.	
		A4	Erosión	Cantidad de suelo removido e incremento en la tasa de erosión.	
	Hidrología superficial	A5	Patrón del drenaje	Alteración en el flujo hidrológico superficial	
		A6	Calidad del agua	Parámetros fisicoquímicos, presencia de contaminantes.	
	Hidrología subterránea	A7	Consumo de agua	Volumen de agua consumida por las actividades del Proyecto.	
		A8	Volumen de infiltración	Estimación del agua que se dejarán de captar.	
	Biótico	Vegetación	A9	Cobertura vegetal	Superficie de vegetación forestal removida
			A10	Especies sensibles	Individuos de especies protegidas o endémicas
Fauna		A10	Abundancia	Afección directa o indirecta de la población de las especie.	
		A11	Especies sensibles	Individuos de especies protegidas o endémicas	
		A12	Distribución	Superficie de hábitat para la fauna	
Paisaje	A13	Calidad visual del paisaje	Magnitud del cambio del paisaje natural.		
Socioeconómico	A14	Salud y seguridad	Riesgos laborales		
	A15	Empleo y derrama económica	Número de empleos generados.		

5.3

IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS

5.3.1

Evaluación cualitativa (Matriz de Interacciones Potenciales)

Una primera aproximación para la identificación de impactos se realiza con la matriz de interacciones de Leopold modificada (Tabla 5.6), en la que se presentan las interacciones entre las fuentes de cambio del Proyecto y los factores ambientales asignados para los impactos ambientales. En cada uno de los cuadros que se cruzan en la matriz, se señalan las combinaciones de factores y componentes de acuerdo a la posibilidad de una posible afectación significativa o no significativa. Así los cuadros marcados en negro son aquellos donde se espera que la interacción ocasione efectos más significativos, los cuadros marcados en gris representan aquellas interacciones cuyos efectos no se espera que sean significativos y las celdas en blanco representan la ausencia de interacción. Se identifica si el posible efecto tiene un sentido positivo (P) o negativo (N).

Tabla 5.6 Matriz preliminar de interacciones

			Preparación y construcción										Operación y mantenimiento				Abandono del sitio			
			Adecuación de accesos	Desmonte y despalme	Nivelación y aplanado	Zanjas y drenajes	Montaje de valla perimetral	Cimentación	Anclaje y montaje de estructuras	Montaje eléctrico	Estructuras de las subestaciones	Instalación de la LTE	Generación de energía eléctrica	Mantenimiento de estructuras	Mantenimiento de caminos, drenajes y zanjas	Limpieza de paneles	Desmantelamiento de estructuras	Estabilización del terreno	Limpieza y revegetación del sitio	
Medio	Factor	Atributo	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	OM1	OM2	OM3	OM4	AS1	AS2	AS3	
Abiótico	Atmósfera	A1	Calidad del aire	N	N	N	N		N	N	N	N	N	P		N	N			
		A2	Ruido	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			N		N		
	Suelos	A3	Propiedades fisicoquímicas	N	N	N	N		N						N	N	N	N	N	P
		A4	Erosión	N	N	N	N		N				N			N		N		P
	Hidrología superficial	A5	Patrón del drenaje		N		N													P
		A6	Calidad del agua												N					
	Hidrología subterránea	A7	Consumo de agua																	
		A8	Volumen de infiltración		N	N			N											P
Biótico	Vegetación	A9	Cobertura vegetal		N							N							P	
		A10	Especies sensibles																	
	Fauna	A10	Abundancia	N	N	N														P
		A11	Especies sensibles	N	N	N							N							
	A12	Distribución	N	N	N		N				N								P	
Paisaje		A13	Calidad visual del paisaje	N	N			N	N	N	N	N							P	
Socioeconómico		A14	Salud y seguridad	N	N	N	N	N	N	N	N	N		N	N		N	N	N	
		A15	Empleo y derrama económica	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	

LEYENDA

	Interacción posible generando efectos significativos		Interacción posible generando efectos no significativos	P / N	Interacciones positivas (P) , negativas (N) o ambas (P/N)		Sin interacción probable
--	--	--	---	-------	---	--	--------------------------

Una vez determinadas las interacciones potenciales, el siguiente paso del proceso consiste en predecir los impactos que resultarán de dichas interacciones. La predicción de los impactos se realiza en conjunto con un grupo de expertos de diferentes profesiones de ERM, aplicándose el juicio profesional de los evaluadores, así como con la experiencia en proyectos similares, para determinar qué podría suceder como resultado de la interacción del Proyecto con el medio ambiente.

Una vez las características del impacto se analizan, se asigna la magnitud y se define la sensibilidad del receptor, para finalmente determinar la significancia de cada impacto. La Tabla 5.7 muestra la evaluación de los impactos identificados por la acción de las fuentes generadoras de impacto del Proyecto sobre los factores ambientales para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y abandono del sitio.

El siguiente paso es evaluar cuáles son las medidas de mitigación que requiere cada impacto y evaluar la significancia del impacto tras la aplicación de las medidas. De conformidad con la Jerarquía de Mitigación, la prioridad en mitigación es aplicar primero medidas de prevención y mitigación en la fuente del impacto (esto, para evitar o reducir la magnitud del impacto de la actividad del Proyecto asociada) y después abordar el efecto resultante sobre el recurso/receptor a través de la atenuación, medidas de compensación o equivalentes (es decir, reducir la significancia del efecto tras haberse aplicado todas las mitigaciones razonablemente practicables para disminuir la magnitud del impacto).

Los impactos que recibirán el mayor énfasis de las medidas de manejo son aquellos clasificados como Significativos y por tanto dentro de su descripción se establecen los criterios para darles un manejo adecuado que reduzca sus efectos. El Capítulo 6 contiene las medidas de mitigación propuestas para el Proyecto.

Tabla 5.7 Descripción de los impactos identificados

Factor impactado	Atributo	Impacto	Caracterización		Magnitud	Sensibilidad/Vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia	Descripción del impacto
Atmósfera	Calidad del aire	Alteración de la concentración de gases en el aire durante la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono.	Tipo	Directo	Pequeña: La dispersión de contaminantes derivados de la operación de vehículos y maquinaria, y del movimiento de tierra será temporal pero continuo. Los contaminantes esperados consisten en SOx, NOx, CO2 y material particulado, en concentraciones que no superen lo establecido en la normatividad para fuentes móviles.	Baja: El área del Proyecto se encuentra adyacente a la localidad de San José Alchichica. Sin embargo, la zona no presenta barreras físicas que contribuyan a la concentración de los contaminantes, es una zona abierta con campos agrícolas predominantemente, por lo que se considera que este receptor presenta una sensibilidad baja a la contaminación por emisiones.	Insignificante	Los vehículos y maquinaria que se emplearán durante la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono emitirán gases contaminantes a la atmósfera, producto de la combustión del combustible. Asimismo, durante el mantenimiento también es posible que se emitan, pero en menor medida. Las actividades de despalme, nivelación, compactación, el montaje de las estructuras y cimentación, son fuentes de material particulado (polvo) el cual quedará en suspensión en el aire, disminuyendo su calidad. Se espera que el impacto sea menor durante las etapas de preparación y construcción de sitio e insignificante durante la vida útil del Proyecto.
			Extensión	Local				
			Duración	Corto Plazo				
Atmósfera	Ruido	Alteración del confort sonoro por operación de la maquinaria durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono.	Tipo	Directo	Pequeña: Se generará ruido con la maquinaria en los movimientos de tierra, aplanado, cimentación, montaje de estructuras, y en el abandono con el desmantelamiento. El ruido puede superar los 80 dB por el tipo de maquinaria a emplear, sin embargo la duración del ruido será temporal. En todo momento, el ruido se encontrará dentro de los límites permitidos por la NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-081-SEMARNAT-1994.	Media: El Proyecto se ubicará adyacente a la localidad de San José Alchichica, en una zona abierta y plana que permite una mayor transmisión del ruido a mayores distancias.} Los principales receptores serán los trabajadores del Proyecto, los cuales estarán expuestos al ruido de la maquinaria directamente.	Menor	Las actividades de construcción de los paneles y de la línea de transmisión serán las principales fuentes de emisión de ruido, sin embargo, se trata de actividades temporales y los receptores más sensibles serán los mismos trabajadores del Proyecto, por lo que no se considera un impacto significativo. Los efectos tendrán lugar únicamente durante las actividades de preparación, construcción y abandono y solamente a ciertas horas durante el día (según el horario de trabajo de la obra civil).
			Extensión	Local				
			Duración	Corto Plazo				
Suelos	Propiedades físico-químicas	Alteración en las propiedades físico-químicas del suelo por contaminación.	Tipo	Directo	Pequeña: Durante las diferentes etapas del Proyecto se empleará maquinaria y vehículos que pudieran tener alguna fuga de sustancias contaminantes para el suelo (combustible, aceites, etc.), los cuales se consideran poco probable. Adicionalmente, durante la operación y mantenimiento del parque se generarán residuos peligrosos, que en caso de no ser dispuestos de manera adecuada pueden ser potencialmente contaminantes para el suelo. La mala disposición de los residuos es una actividad no planeada del Proyecto, y se contará con la infraestructura y capacitación del personal para evitarla, por lo que la magnitud se consideró como Pequeña.	Media: Los suelos del sitio del Proyecto son Vertisoles y Leptosoles, de los cuales los Leptosoles son los menos sensibles a la contaminación al ser suelos poco desarrollados, con dominancia de material rocoso. Mientras que los Vertisoles son suelos arcillosos y profundos, con una alta capacidad de adsorción de sustancias contaminantes, siendo éstos más vulnerables a la contaminación.	Menor	Aunque el uso de maquinaria y vehículos implica un riesgo de derrames y fugas de sustancias contaminantes, se realizará mantenimiento preventivo para evitar dichas fugas, y la recarga del combustible se realizará exclusivamente en las zonas designadas para ellos, las cuales deberán contar con un liner que aisle por completo el suelo. Durante la etapa de mantenimiento se hará uso de agua para lavar las superficies de los paneles, se espera que el agua arrastre únicamente partículas de polvo y tierra que se hayan depositado sobre la superficie. La mala disposición de los residuos tiene potencial contaminante para los suelos, especialmente en el caso de los residuos peligrosos, sin embargo, el Proyecto contempla la designación de sitios adecuados para su almacenamiento temporal y la disposición regular por medio de empresas autorizadas para ello. Así como la capacitación del personal para la adecuada disposición de los residuos.
			Extensión	Local				
			Duración	Corto Plazo				
Suelos	Erosión	Pérdida de suelo durante la etapa de preparación del sitio, construcción e instalación de la LTE	Tipo	Directo e Indirecto	Mediana: Durante la preparación del sitio se despalmará parte de la superficie, lo que implica la pérdida directa del suelo en dicha superficie de forma permanente. Adicionalmente, el tránsito de vehículos	Media: El sitio del Proyecto posee suelos altamente susceptibles a la erosión (Leptosoles), los cuales no poseen estructura, materia orgánica o arcillas en cantidades que reduzcan el potencial erosivo del	Moderada	En los sitios a despalmar y comentar se perderá la cubierta edáfica de forma permanente, y los suelos removidos perderán parte de sus características físicoquímicas volviéndose más vulnerables a la erosión, aunque serán susceptibles de ser reincorporados al ambiente (e.g. en sitios a reforestar).
			Extensión	Local				
			Duración	Permanente				

Factor impactado	Atributo	Impacto	Caracterización		Magnitud	Sensibilidad/Vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia	Descripción del impacto
			Probabilidad	NA	y maquinaria, el desbroce de los cultivos, la conformación de los caminos internos, y las obras de mantenimiento de los paneles, generarán el incremento en la erosión de forma indirecta.	viento y la lluvia. Sin embargo, también posee suelos con un alto contenido de arcillas, materia orgánica y estructura que reducen el potencial erosivo. De tal forma que la susceptibilidad al incremento en la erosión de considera media.		En el resto del sitio del Proyecto, se tendrá paso de maquinaria y vehículos durante las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento, lo cual incrementan la erosión desestabilizando los agregados de la capa superficial del suelo, aumentando el potencial erosivo del viento y el agua. El uso de agua para el lavado de los paneles durante el mantenimiento puede favorecer la erosión en surcos. Estos impactos serán minimizados con el tiempo, ya que se permitirá el crecimiento natural de vegetación debajo de los paneles, aunque no en caminos internos y vías de acceso.
Hidrología superficial	Patrón del drenaje	Alteración en el flujo hidrológico de cuerpos de agua.	Tipo	Inducido	Pequeña:	Baja:	Insignificante	Como efecto colateral de la construcción y acondicionamiento de caminos se pueden modificar los patrones actuales de drenaje, solo en los eventos extraordinarios de lluvia y conformación de flujos, ya que en el AP no existen corrientes de agua debido al clima semiárido. El efecto será perceptible solo en el área del Proyecto y se presentaría desde la preparación del sitio hasta la operación en el área del Proyecto. La afectación fuera del AP será imperceptible dada la construcción de zanjas y drenajes que lleven el agua acumulada en el AP hacia la zona donde escurren de forma natural. Uno de los principales aspectos que se han tenido en cuenta en el diseño de las instalaciones ha sido el sistema hidrológico de la zona.
			Extensión	Local	El Proyecto no considera nivelaciones importantes que alteren de manera significativa el patrón del drenaje, ya que el relieve general, la dirección y magnitud de la pendiente no serán alteradas.	No existen flujos de agua dentro del AP, el cual se encuentra al centro de una cuenca endorreica que, por condiciones climáticas, no alcanza a acumular la poca agua que escurre de las laderas (fuera del AP). De manera extraordinaria, pueden presentarse escurrimientos que fluyan hacia El Salado, el cual es un cuerpo de agua seco que se encuentra fuera del AP. Sin embargo, esto puede ocurrir una vez en varios años y la afectación por la presencia del Proyecto sería muy baja.		
Hidrología superficial	Calidad del agua	Modificación de las características fisicoquímicas del agua superficial	Tipo	Directo	Pequeña:	Baja:	Insignificante	Podrían darse derrames accidentales de combustible en la etapa de Preparación del Sitio y construcción que puedan ocasionar contaminación del agua. La probabilidad de que suceda un derrame ocasional de alguna sustancia química susceptible de ocasionar contaminación al agua subterránea, es muy baja debido a que el Proyecto no contendrá talleres o zonas de mantenimientos de vehículos o maquinaria. En cuanto a las aguas sanitarias, se contarán con sanitarios portátiles durante la construcción y las aguas residuales serán retiradas por la empresa subcontratada, la cual está especializada y autorizada para el correcto manejo y disposición. Durante la etapa de operación se contará con una fosa séptica, la cual recibirá mantenimiento anual por un empresa autorizada para esta operación.
			Extensión	Local	El agua de lavado de los paneles contendrá únicamente polvo y partículas de tierra en bajas proporciones. Se considera que existe el riesgo de presencia de contaminantes en el suelo que puedan escurrir durante el lavado de los paneles, con potencial contaminante para el agua superficial.	El cuerpo de agua permanente más cercano (Laguna de Alchichica) presenta barreras físicas con el AP (laderas que separan el cuerpo de agua), por lo que el agua que pudiera escurrir no llegaría a este cuerpo de agua. Otros cuerpos de agua cercanos presen acumulación momentánea de agua, de acuerdo a la CONAGUA (2016) la calidad del agua del SAR no ha sido alterada por agentes externos.		
Hidrología subterránea	Volumen de infiltración	Disminución en la infiltración de agua al acuífero por pérdida de suelo y sellamiento.	Tipo	Directo e indirecto	Pequeña:	Baja:	Insignificante	La construcción de estructuras, así como los cambios en el terreno que se llevarán a cabo para el Proyecto pueden afectar la cantidad de agua que es infiltrada al suelo y por lo tanto el balance hídrico del SAR. Sin embargo, la mayor parte de la superficie del AP no será cimentada y, por lo tanto, no impactará la infiltración del agua al subsuelo.
			Extensión	Local	La superficie a cimentar perderá a su vez toda capacidad de infiltración, mientras que la pérdida de suelo tendrá como efecto secundario la disminución en el volumen de agua que infiltra. La magnitud se considera pequeña ya que el volumen de infiltración actual es muy bajo, y la superficie que perderá capacidad de infiltración también será baja.	Actualmente existe un volumen bajo de infiltración en el sitio del Proyecto, derivado de las condiciones climáticas y las características de los suelos, que favorecen la evaporación o la adsorción del agua en las arcillas del suelo. La posible reducción del volumen de infiltración ocurrirá en una zona que no es de relevancia para la recarga del acuífero regional, siendo ésta la zona de cadenas montañosas fuera del SAR.		
Biótico	Vegetación	Reducción de la cobertura vegetal.	Tipo	Directo	Mediana:	Baja:	Menor	Se realizará el desbroce por medios mecánicos de las herbáceas del pastizal halófilo. En el área de colocación de los módulos
			Extensión	Local				

Factor impactado	Atributo	Impacto	Caracterización	Magnitud	Sensibilidad/Vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia	Descripción del impacto	
Paisaje	Calidad visual del paisaje	Reducción en la calidad visual del paisaje durante todas las etapas del proyecto.	Duración	Largo plazo	Se afectará una superficie de 45 ha con pastizal halófilo por las zonas de implante de los paneles solares. La magnitud se considera mediana ya que esta afectación será temporal en la mayor parte de la superficie, ya que una vez instalados los paneles durante la operación se permitirá el desarrollo de esta vegetación dentro del área que no se encuentre cimentada.	El pastizal halófilo del AP se encuentra degradado y presenta condiciones de conservación menores con respecto al pastizal del SAR, esto derivado del disturbio asociado a los campos agrícolas. No existen ninguna especie identificada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
			Escala	AP				
			Frecuencia	Por evento				
Paisaje	Calidad visual del paisaje	Reducción en la calidad visual del paisaje durante todas las etapas del proyecto.	Probabilidad	NA				
			Tipo	Indirecto	Mediana:	Media:	Moderada	Los reptiles son una clase de animales que a pesar de su riqueza y abundancia son muy vulnerables a las alteraciones de su hábitat por el lento desplazamiento y por habitar extensiones pequeñas de terreno, por lo que las actividades de la preparación del sitio podrían provocar un aumento en la mortalidad de ciertos individuos. Este mismo cambio provocará que otras especies de rápida movilidad se desplacen a sitios mejor conservados, cambiando la distribución de los individuos. Adicionalmente el trazo de caminos de acceso, tránsito vehicular e infraestructura pueden representar elementos que afecten a individuos de baja movilidad.
			Extensión	Regional	Las comunidades animales encontrados en el Área del Proyecto serán afectadas principalmente durante las etapas de preparación del sitio, construcción e instalación de la LTE, así como durante la desinstalación de estructuras en el abandono.	Se registraron cuatro especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del AP. Las cuales fueron dos especies de reptiles, el Huico del Oeste Mexicano (<i>Aspidocelis costata</i>), y el Camaleón de montaña (<i>Phrynosoma orbiculare</i>), así como dos especies de aves; Gavilán de Cooper (<i>Accipiter cooperii</i>), y la Aguillita Cola Blanca (<i>Greanoetus albicaudatus</i>). Estas especies son altamente vulnerables a la pérdida del hábitat y al disturbio causado por la preparación del sitio, construcción, mantenimiento y abandono del Proyecto. Fuera de estas especies, los individuos de especies sésiles o de lento desplazamiento (como la herpetofauna y pequeños mamíferos), también presentan una alta vulnerabilidad al disturbio.		
Duración	Largo Plazo	Así mismo existirá una afectación en la distribución de la fauna de mayor tamaño debido al cercado, la presencia de la LTE y la pérdida del hábitat.						
Paisaje	Calidad visual del paisaje	Reducción en la calidad visual del paisaje durante todas las etapas del proyecto.	Escala	SAR	Grande: La construcción y operación del proyecto modificará de forma permanente las características visuales de la zona del Proyecto, en una gran extensión (1,726 ha).	Baja: El SAR ha sido previamente impactado por la agricultura en gran parte de su extensión, por lo que la calidad del paisaje ya es baja. La visibilidad del Proyecto es alta, ya que la zona es plana y sin elementos topográficos que reduzcan la percepción desde el poblado más cercano. El elemento turístico más cercano (Laguna de Alchichica) no será afectado visualmente, ya que existen elementos topográficos que reducen la visibilidad a la zona del Proyecto.	Moderada	El Proyecto modificará visualmente la zona de forma permanente, o al menos hasta el desmantelamiento y rehabilitación del sitio (en caso de realizarse). La modificación en el paisaje será visible desde los alrededores del Proyecto, sobre todo desde los caminos de acceso cercanos y poblados. Al requerir de extensiones significativas de terreno los parques fotovoltaicos son notoriamente visibles, aunque la connotación reconocidamente positiva de este tipo de proyectos los hace aceptables para la población. El AP se encuentra cercano a la laguna de Alchichica, la cual es de interés paisajístico y cultural, pero la topografía de la zona reduce la visibilidad del Proyecto hacia la laguna.
			Frecuencia	Continuo				
			Probabilidad	NA				
Salud y seguridad	Salud y seguridad	Aumento en los riesgos laborales asociado a la operación de maquinaria	Tipo	Directo	Mediana: La operación de maquinaria implica riesgos por posibilidad de accidentes y exposición a altos niveles de ruido, partículas suspendidas de polvo, y uso de sustancias peligrosas (solventes, combustibles, etc.). Al ser un proyecto de	Baja: La maquinaria a emplear deberá cumplir con todos los controles de ingeniería que la haga intrínsecamente segura. El personal que realizará las actividades del Proyecto estará capacitado para el manejo de dicha maquinaria y portará el equipo de	Menor	Las actividades de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y abandono implican la operación de maquinaria, lo cual supone riesgos laborales para los trabajadores. Sin embargo, el diseño del Proyecto considera los elementos de ingeniería y barreras físicas para hacer la planta un sitio intrínsecamente seguro, solo se empleará maquinaria que cumpla
			Extensión	Local				
			Duración	Mediano plazo				
Salud y seguridad	Salud y seguridad	Aumento en los riesgos laborales asociado a la operación de maquinaria	Escala	Local				
			Frecuencia	Continuo				
			Probabilidad	Raro				

Factor impactado	Atributo	Impacto	Caracterización	Magnitud	Sensibilidad/Vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia	Descripción del impacto
				la industria eléctrica existe exposición a alta tensión.	protección personal (EPP) necesario para cada actividad.		con las mejores prácticas de ingeniería, el personal estará altamente capacitado y portará el EPP necesario.
	Empleo y derrama económica	Generación de empleos y derrama por uso de servicios y adquisición de bienes.	Tipo	Directo	Positiva: Se emplearán trabajadores de la región para el desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto especialmente durante la preparación sitio y construcción, así como durante las etapas de desmantelamiento de estructuras temporales y el abandono del sitio. La economía local se verá impulsada por el incremento en la demanda de servicios y bienes, los cuales serán adquiridos en los poblados cercanos (e.g. agua potable, agua tratada, alimentos, transporte y disposición de residuos).		
Extensión			Regional				
Duración			Corto Plazo				
Escala			SAR				
Frecuencia			Continuo				
Probabilidad			NA				

Los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales fueron definidos mediante la identificación de las interacciones posibles entre varios impactos, cuyos efectos sumados o simultáneos generan otros (impactos acumulativos) o generan impactos de mayor magnitud (sinérgicos), asimismo, algunos de estos potencialmente pueden permanecer después de la aplicación de medidas de manejo (impactos residuales). La metodología completa para la identificación y evaluación de impactos acumulativos, sinérgicos y residuales se encuentra en el Anexo 5.1.

Tomando en cuenta las etapas descritas en el Anexo 5.1 como parte de la metodología para la evaluación de impactos acumulativos, en la Tabla 5.8 se identifican los recursos receptores del Proyecto y su delimitación geográfica (Etapas 1 y 2 de la metodología). En la siguiente tabla se identifican los componentes impactados y su delimitación geográfica.

Tabla 5.8 *Componentes impactados*

Componente impactado	Área geográfica para análisis
Aire	Sistema Ambiental Regional
Suelo	Área del Proyecto
Agua	Sistema Ambiental Regional
Paisaje	Sistema Ambiental Regional
Flora	Área del Proyecto
Fauna	Sistema Ambiental Regional

Fuente: ERM, 2017.

Posterior a la identificación de los recursos receptores de impacto, se definen las posibles interacciones y eventos de acuerdo a la información disponible en la línea base ambiental y en las investigaciones respecto a la demografía y población, descritos en el Capítulo 4 de este estudio. Lo anterior permitirá analizar la duración de los recursos y el área geográfica con posibles proyectos, actividades, desarrollos o impactos futuros en la zona definida como área del Proyecto (Tabla 5.9).

Tabla 5.9 *Detección de acciones y eventos para la inclusión en la evaluación de impactos acumulativos y residuales*

Descripción	Estatus o Probabilidad	Límites Geográficos	Límites Temporales	Factor impactado afectado	Considerado para la Evaluación (Sí/No)
<i>Otro Proyecto o Actividad</i>					
Tránsito vehicular y de maquinaria	Muy probable	SAR	Simultáneo al Proyecto	Aire, erosión, fauna	Si
Agricultura	Activa	SAR	Simultaneo	Aire, erosión, fauna	Si
Otras actividades industriales	Probable	SAR	Simultáneo	Aire, erosión, paisaje, fauna	Si
<i>Evento Natural</i>					
Hidro-meteorológicos	Probable	SAR	Simultáneo al Proyecto	Agua, erosión.	No
Fuente: ERM, 2017.					

Una vez definidos los receptores sobre los que se pueden esperar efectos acumulativos, residuales y sinérgicos, e identificadas las acciones o eventos potenciales generadores de impactos que serán considerados dentro de la evaluación, se analiza la interacción de estos con los impactos relevantes directos del Proyecto que ya fueron descritos en secciones anteriores.

En la Tabla 5.10 se muestra la interacción de los receptores que pueden sufrir efectos acumulativos o residuales con las acciones y eventos probables futuros (impactos acumulativos). En aquellos casos en los que un mismo recurso (e.g. fauna), es objeto de más de un impacto de cada tipo y para el cual los impactos persisten aun después de aplicar medidas de mitigación, se indica que sufrirá efectos residuales como resultado de la acción del Proyecto.

Tabla 5.10 *Interacciones de factores ambientales susceptibles a impactos residuales y acumulativos*

Factores	Actividades			Residualidad
	Tránsito de automóviles locales	Agricultura	Otras actividades industriales de la zona	
Aire				
Erosión				R
Flora				R
Fauna terrestre				R
Paisaje				R

LEYENDA:

	Interacción posible generando impactos acumulativos	R	Factor ambiental sobre el que se puede registrar impacto residual		Sin interacción probable
--	---	---	---	--	--------------------------

5.4.1 *Impactos acumulativos*

Como se define en el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental, un impacto ambiental acumulativo es 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. Mientras que un impacto sinérgico es 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. Los impactos acumulativos detectados para el Proyecto se presentan en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11 Valoración de impactos acumulativos

Factor impactado	Atributo	Impacto	Caracterización		Magnitud	Sensibilidad/Vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia	Descripción del Impacto
			Tipo	Acumulativo				
Aire	Calidad del aire	Alteración de la calidad del aire por incremento en gases y partículas contaminantes.	Extensión	Regional	Pequeña: Los impactos causados por el Proyecto tendrán un efecto acumulativo con las emisiones causadas por el tránsito vehicular de la zona y las emisiones de otros puntos industriales. Sin embargo, la magnitud se considera baja dada la lejanía de dichos puntos industriales y a que el las actividades del Proyecto que generan emisiones tienen una duración corta.	Baja: La sensibilidad se considera baja, ya que el SAR está conformado por una planicie abierta, con presencia de corrientes de viento que dispersan las emisiones.	Insignificante	Las emisiones del Proyecto tendrán un efecto acumulativo con las emisiones de los vehículos que transitan en la zona (principalmente en el poblado cercano de San José Alchichica), con el levantamiento de polvo en las zonas agrícolas, y con las emisiones de los centros industriales de la región. Tepeyahualco es un municipio de importancia industrial, especialmente en temas de carreteras y transporte; aunque estos centros industriales se encuentran lejos del AP y por lo tanto los efectos acumulativos no serán significativos.
			Duración	Largo plazo				
			Escala	SAR				
			Frecuencia	Continuo				
			Tipo	Acumulativo				
Suelo	Erosión	Aumento en erosión por tránsito de vehículos y maquinaria en sitios afectados por el Proyecto.	Extensión	Regional	Insignificante: El incremento en la erosión a causa del proyecto tendrá un efecto acumulativo con la erosión causada por el tránsito vehicular de la zona. Al ser una zona agrícola no se espera un flujo vehicular intensivo, por lo que la magnitud se considera pequeña.	Media: El suelo de la zona ya se encuentra impactado por las actividades agrícolas. En el sitio existen dos tipos de suelo, Vertisoles y Leptosoles, de los cuales el segundo es altamente susceptible a la erosión.	Insignificante	Las alteraciones por las actividades del Proyecto serán puntuales, es decir limitadas al AP, y temporales pues posteriormente se permitirá el crecimiento de vegetación en la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto. Sin embargo, las actividades agrícolas locales favorecen el flujo vehicular y de maquinaria en las inmediaciones del AP, teniendo un efecto acumulativo con la erosión causada por las actividades del Proyecto.
			Duración	Largo plazo				
			Escala	SAR				
			Frecuencia	Continuo				
			Tipo	Acumulativo				
Flora	Abundancia y distribución	Alteración de la abundancia y distribución de la flora por la actividad agrícola y perturbación en el área.	Extensión	Regional	Mediana: De manera adicional a la perturbación ocasionada por la actividad agrícola y agropecuaria que predomina en la zona, las actividades del proyecto incrementarán la presión sobre los remanentes de vegetación natural.	Media: El AP posee uso del suelo agrícola en gran parte de su extensión, sin embargo, una superficie de aproximadamente 45 ha de pastizal halófito va a ser afectada por el Proyecto. No existen ninguna especie identificada se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Moderada	Las actividades del Proyecto serán puntuales, pero implicará el desbroce y despalme de terrenos agrícolas y de vegetación de pastizal halófito, en una zona donde gran parte de la cobertura vegetal ha sido removida previamente por las actividades agrícolas, sin embargo, el pastizal halófito ha regresado en las zonas agrícolas de descanso. Esta vegetación natural se verá continuamente perturbada por la construcción y operación del parque fotovoltaico.
			Duración	Largo plazo				
			Escala	Área del Proyecto				
			Frecuencia	Continuo				
			Tipo	Acumulativo				
Fauna	Abundancia y distribución	Alteración de la abundancia y distribución de la fauna por presencia de disturbio en el AP y colindancias	Extensión	Regional	Mediana: Las actividades del Proyecto en conjunto con las llevadas a cabo en las colindancias afectarán la distribución y abundancia de la fauna, por mortalidad de individuos sésiles o de baja movilidad, y por la presencia de disturbio que ahuyenta a los individuos de alta movilidad.	Media: Tanto en el SAR como en el AP se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Destacan los reptiles y pequeños mamíferos por su baja movilidad, y por ende, mayor susceptibilidad.	Moderado	El Proyecto implicará el desbroce y despalme de terrenos agrícolas y de vegetación de pastizal halófito, en una zona donde gran parte de la cobertura vegetal ha sido removida previamente por las actividades agrícolas, por lo que la fauna cuenta con un hábitat reducido. Sin embargo, es importante mencionar que la fauna predominante en el AP corresponde a reptiles que, debido a su tamaño y zonas de distribución, serán afectados por el conjunto de actividades del Proyecto y sus zonas colindantes.
			Duración	Temporal				
			Escala	SAR				
			Frecuencia	Continuo				
			Tipo	Acumulativo				
Paisaje	Calidad visual del paisaje	Disminución de la calidad visual del paisaje por el incremento en componentes industriales	Extensión	Regional	Mediana: La alteración del paisaje por la presencia del parque solar, tendrá un efecto acumulativo con otras actividades industriales que puedan establecerse en la región. Los	Baja: El SAR posee una calidad del paisaje baja debido a la dominancia de los campos agrícolas con respecto a los elementos naturales del paisaje. Sin embargo, existe una alta	Menor	El paisaje está dominado por elementos antrópicos que disminuyen la calidad visual, al estar en una zona plana y abierta, la visibilidad es alta desde los puntos con perceptores (poblados y carreteras). El Proyecto contribuirá a la disminución de la calidad del paisaje, de forma acumulativa con otros proyectos industriales, que modifiquen el carácter agrícola a industrial. Se considera
			Duración	Permanente				
			Escala	SAR				
			Frecuencia	Continuo				
			Tipo	Acumulativo				

Factor impactado	Atributo	Impacto	Caracterización	Magnitud	Sensibilidad/Vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia	Descripción del Impacto
				impactos son permanentes y con una alta visibilidad.	visibilidad en todo el SAR por el relieve predominantemente plano y sin vegetación natural.		que este cambio no será significativo, dada la baja calidad preexistente.

5.4.2 *Impactos Sinérgicos*

Como se define en el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental, un impacto ambiental sinérgico es el efecto sobre el ambiente o uno de sus elementos, que resulta de la interacción temporal y espacial, de más de un impacto ambiental, el cual puede adquirir valores de significancia o relevancia que rebasa las estimaciones hechas sobre los efectos particulares o su simple acumulación. No se determinaron impactos sinérgicos para el Proyecto, ya que la interacción de los impactos identificados no genera efectos de mayor relevancia a los identificados de forma particular y como acumulativos.

5.4.3 *Impactos Residuales*

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental, un impacto ambiental residual se define como aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. Para el Proyecto se identificaron los impactos residuales que se muestran en la Tabla 5.12.

Tabla 5.12 Valoración de Impactos Residuales

Factor impactado	Atributo	Impacto	Caracterización		Magnitud	Sensibilidad/Vulnerabilidad del recurso o receptor	Significancia	Descripción del Impacto
			Tipo	Residual				
Suelo	Erosión	Incremento en la erosión por actividades de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y abandono.	Extensión	Local	Pequeña: A pesar de la implementación de las medidas de mitigación, el incremento en la erosión no podrá ser reducido por completo, y el impacto permanecerá de forma temporal tras la finalización de las actividades del Proyecto. La magnitud se considera pequeña ya que las medidas de mitigación permitirán reducir la magnitud de la tasa de erosión.	Media: La vulnerabilidad del suelo se considera media, ya que los suelos presentes en el SAR son altamente susceptibles a la erosión (Leptosoles), y existen factores naturales que pueden favorecer la erosión de los suelos, como las corrientes de viento y los eventos extraordinarios de lluvias.	Menor	El Proyecto implementará medidas para reducir la erosión en el AP y en el SAR, las cuales no eliminarán por completo la erosión de la zona ya que la misma es altamente susceptible a la erosión, pero si reducirán los efectos causados por el Proyecto. Se considera un impacto residual ya que este impacto persistirá después de la aplicación de las medidas, y de forma temporal tras el abandono del sitio. Este impacto será eliminado hasta la revegetación del sitio.
			Duración	Largo plazo				
			Escala	SAR				
			Frecuencia	Continuo				
			Tipo	Residual				
Flora	Cobertura vegetal	Reducción de la cobertura vegetal.	Extensión	Local	Pequeña: Con las medidas de mitigación se recuperará la cobertura de pastizal halófilo en la mayor parte de la superficie, ya que se permitirá el desarrollo de vegetación debajo de los paneles y se supervisará que las especies correspondan a las encontradas originalmente. Sin embargo, las zonas que requieran cimentación no podrán recuperar la cobertura vegetal natural hasta el abandono del sitio.	Baja: El pastizal halófilo del AP se encuentra perturbado y presenta condiciones de conservación menores que el pastizal del SAR. No se identificaron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Insignificante	Se recuperará la mayor parte de la cobertura vegetal una vez iniciada la operación del Proyecto, ya que se permitirá el desarrollo de vegetación natural debajo de los paneles, y se verificará que la composición de especies sea similar a la identificada originalmente en el sitio. Sin embargo, las zonas que requieran cimentación no tendrán revegetación hasta la fase de abandono, por lo que este impacto tiene efectos residuales.
			Duración	Largo plazo				
			Escala	AP				
			Frecuencia	Continuo				
			Tipo	Residual				
Fauna	Abundancia y distribución	Alteración de la abundancia y distribución de las especies de fauna	Extensión	Regional	Mediana: La dinámica poblacional será alterada con las actividades del Proyecto, ya sea por la mortalidad de individuos en el sitio del Proyecto o por la pérdida de espacio habitable (aunque éste sea de baja calidad). Las medidas de mitigación no aseguran una ausencia total de individuos al inicio de las actividades de desmonte, por lo que es posible tener mortalidad de individuos.	Mediana: Se registraron cuatro especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del AP. Las cuales fueron dos especies de reptiles, el Huico del Oeste Mexicano (<i>Aspidocelis costata</i>), y el Camaleón de montaña (<i>Phrynosoma orbiculare</i>), así como dos especies de aves; Gavilán de Cooper (<i>Accipiter cooperii</i>), y la Aguililla Cola Blanca (<i>Greanoaetus albicaudatus</i>). Estas especies son altamente vulnerables a la pérdida del hábitat y al disturbio causado por la preparación del sitio, construcción, mantenimiento y abandono del Proyecto.	Moderada	El Proyecto tendrá afectaciones en la dinámica poblacional local debido a las actividades de despalme, la presencia de personal y tránsito de vehículos y maquinaria de forma constante en todas las etapas del Proyecto. Esto generará el desplazamiento de poblaciones de fauna silvestre, posible mortalidad de individuos y la pérdida de espacio habitable, aunque éste se considera de baja calidad. A pesar de que este impacto será reducido mediante el ahuyentamiento, rescate y reubicación, existirá un cambio permanente en el hábitat que modificará la dinámica poblacional que existe actualmente.
			Duración	Permanente				
			Escala	SAR				
			Frecuencia	Continuo				
			Tipo	Residual				
Paisaje	Calidad visual del paisaje	Alteración de la calidad visual del paisaje por la presencia del Proyecto	Extensión	AP	Mediana: El Proyecto cubrirá una extensión de 1,726 ha, en una zona plana y altamente visible. Las medidas de mitigación no podrán reducir la visibilidad del Proyecto, y la duración podrá ser permanente en caso de no aplicar la etapa de abandono.	Baja: El paisaje actualmente se encuentra afectado por la actividades agrícolas, la presencia del Proyecto incidirá en una zona de alta visibilidad desde los poblados cercanos y carreteras; aunque no desde sitios de interés turístico (Laguna de Alchichica).	Menor	El efecto del Proyecto en el paisaje será permanente, en caso de no aplicar el abandono del sitio; o al menos a largo plazo (30 años), en caso de realizar el abandono del sitio. Las medidas de mitigación no tienen capacidad para reducir la visibilidad del Proyecto desde los poblados o carreteras cercanas, sin embargo, este tipo de proyectos tienen una buena aceptación entre los perceptores en general, al considerar las energías limpias como un elemento positivo del paisaje, aunque con menor aceptación que un paisaje natural.
			Duración	Permanente				
			Escala	SAR				
			Frecuencia	Continuo				
			Tipo	Residual				

Como resultado de la evaluación de los impactos directos e indirectos, se identificaron en total 12 impactos, de los cuales cuatro son insignificantes, cuatro son menores, tres son moderados y uno es positivo.

Los impactos moderados están relacionados con la erosión, las afectaciones a la flora, fauna y el paisaje. Las afectaciones a la flora, fauna y el incremento a la erosión se derivan de las actividades de despalme, tránsito de maquinaria y vehículos, caminos internos y el mantenimiento del parque. Estas actividades desprotegen el suelo a la erosión, alteran el hábitat de las especies del AP y pueden generar mortalidad en individuos de fauna, incluyendo especies sensibles enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, se aplicarán medidas de mitigación para prevenir y reducir la erosión y la afectación a las comunidades de fauna.

El paisaje es el único factor que presentará un impacto moderado que no pueda ser reducido de manera significativa con las medidas de mitigación, ya que los parques solares son altamente visibles, y existen poblados y carreteras cercanas que incrementan los posibles observadores. Sin embargo, se considera que el paisaje ya presenta una baja calidad, al no tener cubiertas naturales que incrementan la calidad visual.

Los impactos menores e insignificantes están relacionados con el incremento en gases y partículas en el aire, el incremento del ruido, potencial contaminante en caso de mala disposición de los residuos, el uso de agua para la operación del parque, la reducción de la infiltración en las zonas cimentadas y la reducción en la cobertura vegetal. Estos impactos no son considerados significativos debido a su carácter temporal, baja magnitud o baja probabilidad de ocurrencia. A pesar de lo cual en el Capítulo 6 se indican las medidas de mitigación a seguir para dichos impactos.

Adicionalmente, se identificó un impacto benéfico, relacionado con la derrama económica que se derivará del incremento en la demanda de bienes y servicios como resultado de la construcción y operación del Proyecto, así como el aumento temporal de los empleos locales. El Proyecto también conllevará beneficios regionales y a largo plazo, ya que la generación de energías limpias contribuye con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo asegurando el suministro del Sistema Eléctrico Nacional, y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por medio de la generación de energías limpias.

El Proyecto se inserta en una región considerada favorable para la energía solar (AZEL, 2018). Los principales impactos detectados serán el incremento en la erosión y la afectación a las comunidades faunísticas, los cuales pueden ser prevenibles y mitigables con la adecuada implementación de las medidas de mitigación, por lo que es considerado ambientalmente viable.

6. **ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

Una vez que se ha caracterizado la significancia de un impacto dado usando la metodología descrita en el Capítulo 5, el siguiente paso es evaluar cuáles son las medidas de mitigación que requiere. De conformidad con la Jerarquía de Mitigación, la prioridad en mitigación es aplicar primero medidas de prevención y mitigación en la fuente del impacto (esto, para evitar o reducir la magnitud del impacto de la actividad del Proyecto asociada) y después abordar el efecto resultante sobre el recurso/receptor a través de la atenuación, medidas de compensación o equivalentes (es decir, reducir la significancia del efecto tras haberse aplicado todas las mitigaciones razonablemente practicables para disminuir la magnitud del impacto).

El objetivo central de una evaluación de impacto ambiental es la eliminación o atenuación de los impactos negativos que puedan presentarse durante el desarrollo de un proyecto. Esto se lleva a cabo a través de la propuesta, diseño y seguimiento de acciones preventivas, correctivas y compensatorias aplicadas a las potenciales interacciones adversas entre el proyecto y el ambiente. La finalidad es preservar esta relación en el punto más armónico posible sin detener el desarrollo y, a su vez, salvaguardar el ambiente.

Las acciones medidas 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 algunos 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. Derivado de lo

anterior, las medidas de manejo pueden clasificarse de acuerdo a sus alcances en los siguientes tipos:

- Medidas preventivas: conjunto de disposiciones y actividades previamente diseñadas, con el objetivo de evitar la generación de impactos negativos al ambiente como resultado de las actividades del proyecto.
- Medidas de reducción o mitigación: es el conjunto de acciones que se implementan una vez que se identifica el impacto y la magnitud del mismo, con la finalidad de minimizar en lo posible los efectos de dicho impacto.
- Medidas de compensación: éstas son aplicadas cuando el impacto es considerado irreversible a pesar de la implementación de medidas de mitigación. Este tipo de medidas no son aplicables en el sitio del proyecto, sino en áreas equivalentes o similares a las afectadas. Algunos ejemplos son: la reforestación, la creación de zonas verdes (áreas de conservación), el pago compensatorio por contaminación, entre otros.

6.1 *PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL*

La Tabla 6.1 describe de manera general todas las medidas de vigilancia (prevención, mitigación y compensación) propuestas para cada uno de los impactos por cada una de las etapas del Proyecto (Preparación y Construcción (PC), Operación y Mantenimiento (OM) y Abandono (A)). Estas medidas conforman un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que se encarga de monitorear y dar seguimiento a las medidas de manejo que lo conforman y que atienden específicamente los impactos identificados en el Capítulo 5. Las medidas que integran el PVA, son las siguientes:

- Medidas para el control de la calidad del aire
- Medidas para el control de ruido
- Medidas de protección de la calidad del suelo, incluyendo el manejo adecuado de los residuos
- Medidas para el control de la erosión
- Medidas de protección de la calidad del agua (superficial y subterránea)
- Medidas de protección a la fauna
- Medidas de atenuación de impacto visual
- Medidas de control de riesgos laborales

A continuación, se describen de manera detallada las medidas de manejo (prevención, mitigación y compensación) propuestas para cada uno de los impactos por cada una de las etapas del Proyecto.

6.2

SEGUIMIENTO Y CONTROL

En la Tabla 6.1 se describe también la estrategia de seguimiento del PVA tomando en cuenta cada uno de los puntos e indicadores de seguimiento de las medidas generales de manejo (prevención, mitigación y compensación), propuestas para cada uno de los impactos directos, acumulativos y residuales del Proyecto.

Es importante mencionar que todas las medidas establecidas estarán a cargo del Promovente, quien, en el caso de contratar empresas para realizar actividades específicas del Proyecto, vigilará el cumplimiento de las medidas presentadas a continuación.

Tabla 6.1 Descripción de las medidas de mitigación y los impactos que atienden

Medida de mitigación	Impactos que atiende	Implementación	Objetivos y metas	Medidas específicas	Indicadores de seguimiento	Medidas correctivas	Evidencias de cumplimiento y periodicidad	
Medidas para el control de la calidad del aire	Alteración de la concentración de gases en el aire durante la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono. Impacto acumulativo: Alteración de la calidad del aire por incremento en gases y partículas contaminantes.	Tipo de medida: Prevención / Reducción	Asegurar el óptimo funcionamiento de los vehículos del Proyecto a fin de reducir las emisiones de gases de combustión, así como la generación de polvo durante las actividades de movimiento de tierra.	<ul style="list-style-type: none"> El Promovente vigilará que los vehículos de su propiedad y de contratistas cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas, la Ley Para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Puebla y las demás disposiciones que resulten aplicables. Se realizará mantenimiento preventivo a maquinaria y vehículos para asegurar el óptimo funcionamiento, y con ello mantener los límites permisibles de emisiones. Los vehículos que requieran gasolina contarán con convertidores catalíticos en buen estado, asimismo deberán contar con el comprobante de la verificación correspondiente. 	Niveles Máximos Permisibles establecidos en la normatividad que se lista a continuación y la demás citada en el Capítulo 3: <ul style="list-style-type: none"> La NOM- 041- SEMARNAT-2006 La NOM- 045- SEMARNAT-2006 	Ningún vehículo del Promovente o contratista podrá operar hasta que cuente con los permisos y licencias vigentes. Los vehículos que no cumplan con el programa de mantenimiento no podrán operar hasta que éste se realice.	*Semestral <ul style="list-style-type: none"> Bitácora de mantenimiento. Reportes de fallas de algún equipo, maquinaria o vehículo. Calcomanía de verificación. 	
		Etapa de implementación: Todas las etapas del Proyecto, principalmente en la preparación del sitio, construcción y abandono.			<ul style="list-style-type: none"> Se verificará que se mantengan cubiertas con lonas las cajas de los camiones que lleven el material de construcción al terreno. 	Totalidad de los vehículos de carga con cubierta de lona para la caja.	No saldrán o entrarán vehículos de carga del AP si no cuentan con lona que cubra la caja.	*Semanal <ul style="list-style-type: none"> Registro de inspección a los camiones que transportan el material a fin de que cuenten con lona.
		Responsable: Encargado de seguridad y salud del Promovente			<ul style="list-style-type: none"> Verificar que, durante las actividades de movimientos de tierra, las superficies del Proyecto se humedezcan periódicamente con agua, para evitar el arrastre por acción del viento de partículas de polvo. Los caminos de acceso de terracería del Proyecto serán humedecidos para evitar el arrastre por viento de partículas, considerando la disponibilidad del recurso. 	Revisión visual de partículas suspendidas en el aire en caminos y zonas con suelo desnudo.	En caso de levantamiento de polvo excesivo, se humedecerá el terreno	*Por evento <ul style="list-style-type: none"> Fotografías Bitácora con registro de humectación del suelo y de caminos (con agua tratada).
					<ul style="list-style-type: none"> La maquinaria en operación respetará en todo momento el "límite de pausa con motor encendido sin trabajar", apagándose la misma cuando se hagan pausas mayores a dicho límite, para reducir las emisiones a la atmósfera. 	A juicio de supervisores, el tiempo límite será establecido de acuerdo al tipo de maquinaria.	Supervisor tendrá autoridad para solicitar el apagado de la maquinaria.	*Por evento <ul style="list-style-type: none"> Bitácora de incidentes
Medidas para el control del ruido	Alteración del confort sonoro por operación de la maquinaria durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono	Tipo de medida: Prevención / Reducción	Asegurar que las unidades de transporte y maquinaria cumplan con las normas oficiales mexicanas en materia de emisión de ruido.	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, con el fin de mantenerlos en óptimas condiciones y cumplan los límites máximos permisibles en materia de ruido. Instalar silenciadores en los escapes de motores que lo requieran. Apagar el equipo cuando no se esté utilizando. Se procurará tener la menor cantidad de trabajadores en zonas aledañas a maquinaria que genere mucho ruido y procurar una rotación constante de personal para evitar exposición prolongada a niveles altos de ruido, en caso de ser necesario según la ley aplicable. 	Los criterios de cumplimiento de las medidas serán los límites de emisión de ruido de las fuentes móviles de acuerdo a la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994 para el Proyecto como fuente fija.	Los vehículos que no cumplan con el programa de mantenimiento no podrán operar hasta cumplir con éste.	*Semestral <ul style="list-style-type: none"> Bitácora de mantenimiento Reportes de fallas de algún equipo, maquinaria o vehículo. Tiempo entre reporte de falla y atención del mismo. 	
		Etapa de implementación: Todas las etapas del Proyecto, principalmente en la preparación del sitio, construcción y abandono.			<ul style="list-style-type: none"> Dotar de equipo de protección auditiva a todos los trabajadores de acuerdo a las actividades que desempeñe, únicamente en los casos que aplique por ley. 	Revisión del uso del EPP, la totalidad de los trabajadores en sitio de obra deberán portar el EPP	Proveer de EPP al personal que no cumpla con el mismo, en caso de existir disponibilidad. En caso contrario se retirará a la persona del sitio de trabajo.	*Diario <ul style="list-style-type: none"> Revisión diaria de EPP en personal en sitio de obra
		Responsable: Encargado de seguridad y salud del Promovente			<ul style="list-style-type: none"> No se permitirá tocar la bocina de los vehículos dentro del área del Proyecto de manera innecesaria o cerca de poblados cercanos. 	Maquinaria encendida fuera de horario.	El supervisor podrá llamar la atención de quien	*Semestral <ul style="list-style-type: none"> Bitácora de actividades realizadas.

Medida de mitigación	Impactos que atiende	Implementación	Objetivos y metas	Medidas específicas	Indicadores de seguimiento	Medidas correctivas	Evidencias de cumplimiento y periodicidad
				<ul style="list-style-type: none"> Se limitarán las actividades durante la etapa de preparación del sitio al horario entre las 7:00 y las 19:00 hrs. Si durante la construcción se necesitara ampliar el horario, se pedirá autorización a las partes implicadas 	Quejas por ruido de pobladores en horarios fuera de lo establecido.	incurra en tocar la bocina de forma innecesaria. Suspender las actividades que generen ruido fuera del horario establecido.	<ul style="list-style-type: none"> Atención a quejas levantadas por vecinos en este tema, en caso de existir las mismas
		<p>Tipo de medida: Prevención</p> <p>Etapas de implementación: Todas las etapas del Proyecto</p> <p>Responsable: Encargado de seguridad y salud del Promovente</p>	Evitar la contaminación del suelo a través del manejo de residuos y control de sustancias durante todas las etapas del Proyecto en cumplimiento a la LGPGIR.	<p>Protección de suelos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Supervisar que no se realice disposición de aceites, combustibles, u otros elementos contaminantes directamente en el suelo. Establecer áreas específicas para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos. El suelo del área asignada contará con recubrimiento impermeable, así como con contención secundaria. No se realizarán actividades de mantenimiento mayor a la maquinaria de contratistas dentro del predio. Se establecerán áreas específicas para el reabastecimiento de combustible a maquinaria y vehículos, que contarán con una cubierta impermeable. Los combustibles se almacenarán en contenedores sellados y debidamente etiquetados en un almacén. 	NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 (Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones en la remediación).	Si llegase a ocurrir alguna fuga de combustible o lubricantes, se deberán aplicar medidas correctivas inmediatas y reportar los daños a la PROFEPA de acuerdo a lo indicado en la normatividad aplicable.	<ul style="list-style-type: none"> Registros de recarga de combustible. Evidencias fotográficas del estado del sitio de recarga antes y después del Proyecto Registro de incidentes
Medidas de protección de la calidad del suelo, incluyen el manejo adecuado de los residuos	Alteración en las propiedades físico-químicas del suelo por contaminación.			<p>Manejo de residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se separarán los residuos sólidos, peligrosos de los no peligrosos y los de manejo especial. Se contará con una programación de recolección de residuos y el almacenamiento temporal se hará en un contenedor de acumulación en un área designada del predio. Todo contenedor de residuos se ubicará en un área estable e impermeable. Se evitará en toda situación que los contenedores estén sobre suelo natural. Durante todo el Proyecto se deberá de inspeccionar la integridad de los contenedores. Se indicarán las estrategias de reciclaje, reúso o aprovechamiento de los diferentes tipos de residuos, incluyendo de manejo especial (cartón, madera, metales, papel, plástico, residuos de jardinería) y peligrosos. Durante la etapa de operación el Promovente se dará de alta como pequeño generador, cumpliendo así con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su reglamento. Los residuos peligrosos serán gestionados únicamente por empresas autorizadas para su manejo y disposición, los cuales harán la recolección de forma programada. 	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.	En caso de una inadecuada disposición de los residuos, se realizará la limpieza del sitio de forma emergente.	*Mensual
					NOM- 052- SEMARNAT-2005 (características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos).	Colocación de contenedores adicionales si éstos no cubren las necesidades del Proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> Registro de volúmenes de generación de residuos por tipo (sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial) Manifiestos de entrega de residuos a empresa autorizada. Evidencias fotográficas de la adecuada separación y disposición de los residuos.
					Verificación del cumplimiento del Plan de Manejo de Residuos.	Separación de residuos mal dispuestos y correcta colocación en contenedores adecuados.	
						Solicitud de servicio de recolección previo a lo programado en caso de rebasar la capacidad de los almacenes	
Medidas para el control de la erosión	Pérdida de suelo durante la etapa de preparación del sitio y construcción, e incremento de la erosión en todas las etapas	<p>Tipo de medida: Prevención</p> <p>Etapas de implementación: Preparación del sitio y construcción</p>	Reducir la erosión eólica o hídrica al quedar el suelo expuesto tras las actividades de preparación del sitio y construcción	<ul style="list-style-type: none"> Humidificación de zonas con suelo desnudo. El material producto del despalme se retirará y se almacenará bancos de material autorizados. Se permitirá la revegetación natural debajo de los paneles siempre y cuando ésta no obstruya el funcionamiento del sistema de seguimiento y/o hagan sombra a las celdas. El 	Inspecciones visuales de suelo reseco.	Humidificación de zonas con suelo desnudo de forma emergente	*Mensual
					Material de despalme transportado en vehículo recubierto a banco de material autorizado en su totalidad.	En caso de que exista material del despalme en el AP, éste será recubierto con una lona y estabilizado con un riego	*Semestral
							<ul style="list-style-type: none"> Evidencia fotográfica del almacenamiento de suelo y material producto del despalme.

Medida de mitigación	Impactos que atiende	Implementación	Objetivos y metas	Medidas específicas	Indicadores de seguimiento	Medidas correctivas	Evidencias de cumplimiento y periodicidad
	Impacto acumulativo: Aumento en erosión por tránsito de vehículos y maquinaria en sitios afectados por el Proyecto. Impacto residual: Incremento en la erosión por actividades de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y abandono.	Responsable: Encargado de seguridad y salud del Promovente		mantenimiento consistirá principalmente en la poda para conservar la funcionalidad de los paneles. <ul style="list-style-type: none"> Excavación de zanjas y drenajes para cortar el recorrido del flujo de agua sobre el terreno, disponiéndolo más rápidamente y en forma adecuada a un receptor (natural o estructural). Se cubrirán con grava los caminos susceptibles a erosión eólica. Compactación en los caminos y zonas que quedarán desprovistas de vegetación, para reducir la pérdida de suelo en estas secciones. Se cubrirán las superficies del AP con suelo desnudo con material vegetal triturado, para reducir el impacto del viento en el suelo desnudo y con ello la erosión eólica. 		profundo para evitar su erosión. Excavación de zanjas o drenajes de acuerdo a topografía del sitio. Recubrimiento con material vegetal en zonas con evidencias de erosión.	<ul style="list-style-type: none"> Documento que acredite la entrega del material del despalme a banco de material autorizado. Evidencias fotográficas de la vegetación y su poda. Evidencia del diseño de las zanjas y ubicación con respecto a la topografía del sitio. Fotografías de evidencias de erosión. Fotografías de recubrimientos a caminos y zonas con suelo desnudo.
Medidas de protección de la calidad del agua (superficial y subterránea)	Alteración en el flujo hidrológico de cuerpos de agua Modificación de las características fisicoquímicas del agua superficial Disminución en la infiltración de agua al acuífero por pérdida de suelo y sellamiento.	Tipo de medida: Prevención y reducción Etapas de implementación: Todas las etapas Responsable: Encargado de seguridad y salud del Promovente	Evitar la alteración en la calidad del agua subterránea o superficial durante todas las etapas del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> Evitar la acumulación de materiales que bloqueen los drenajes naturales y artificiales del Proyecto que afecten el flujo pluvial. Se usará agua tratada a través de pipas para humedecer el suelo, y garrafones de agua purificada para beber. En un principio, no se obtendrá agua directamente de cuerpos de agua o de pozos. Durante la preparación del sitio y construcción, se habilitarán instalaciones sanitarias portátiles, instaladas y mantenidas por una empresa autorizada. Durante la operación, las aguas negras serán descargadas en una fosa séptica que será limpiada regularmente por medio de un contratista certificado. El lavado de los paneles se realizará con agua tratada y únicamente tendrá partículas de polvo y tierra. Se permitirá la revegetación en el AP, siempre que no interfiera con la captación solar de los paneles. La presencia de vegetación en el sitio permitirá recuperar la infiltración original, la cual no era alta considerando la cubierta de campos agrícolas. 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de sedimentos que azolven los drenajes naturales y artificiales. Registro de las empresas contratadas para prestar el servicio de recolección de residuos de los sanitarios portátiles. Recibos de pipas que proveerán el agua tratada. Inspecciones periódicas del estado de la fosa séptica. 	En caso de haberse colocado material en zonas de escurrimientos de aguas de lluvia, el mismo deberá ser reubicado inmediatamente. Se solicitará el servicio de limpieza de sanitarios portátiles y fosa séptica en caso de rebasar capacidad previa limpieza programada.	<ul style="list-style-type: none"> Bitácora con registros de la renta, mantenimiento y disposición de residuos de los sanitarios portátiles. Bitácora de inspección y limpieza de la fosa séptica, con manifiestos de entrega de residuos a empresa autorizada. Registro fotográfico de la limpieza de los paneles, y recibos que acrediten el uso de agua tratada en cumplimiento con la NOM-003-SEMARNAT-1997.
Medidas de protección para la flora	Reducción en la cobertura vegetal	Tipo de medida: Prevención y compensación Etapas de implementación: Preparación del sitio y operación	Reducir la superficie sin cubierta vegetal en el área del Proyecto y recuperar la cubierta de pastizal halófilo.	<p>Rescate y reubicación:</p> <p>Aunque no se encontraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encontraron individuos de especies sufrutices de importancia ecológica, que son susceptibles al rescate y reubicación. Estas acciones se llevarán a cabo para la zona con pastizal halófilo a afectar.</p> <ul style="list-style-type: none"> Previo a las actividades de preparación del sitio, se realizará un recorrido inicial para identificar los individuos a rescatar, éstos deberán ser individuos sanos y de especies nativas. Los individuos a rescatar serán extraídos del suelo por medios mecánicos, colocados en bolsas de vivero con sustrato 	<ul style="list-style-type: none"> Mortalidad de individuos rescatados y reubicados en el primer año de monitoreo. Cobertura vegetal y composición debajo de los paneles. 	<ul style="list-style-type: none"> En caso de mortalidad mayor al 30% de individuos rescatados, se realizará el reemplazo de los individuos con plantas de vivero o propagadas localmente. En caso de que no se desarrolle vegetación de forma natural, se plantarán semillas de 	<ul style="list-style-type: none"> Resultados de monitoreo mensual en el primer año, y semestral en el segundo año, de individuos reubicados. Se realizará el seguimiento en los primeros dos años de operación del proyecto. Evidencias fotográficas de las zonas con vegetación natural, debajo de los paneles y en zonas rehabilitadas.

Medida de mitigación	Impactos que atiende	Implementación	Objetivos y metas	Medidas específicas	Indicadores de seguimiento	Medidas correctivas	Evidencias de cumplimiento y periodicidad
				<p>adecuado y transportados al vivero temporal con que cuente el Promoviente.</p> <ul style="list-style-type: none"> La reubicación se realizará dentro del predio del Promoviente, en sitios con vegetación de características similares a las de origen. <p>Mantenimiento de pastizal halófilo en zona de paneles:</p> <ul style="list-style-type: none"> Por debajo de los paneles solares se permitirá el crecimiento de la vegetación de manera natural. En la zona que presenta pastizal halófilo actualmente, se hará un seguimiento de la composición de la vegetación que se desarrolle por debajo de los paneles, desbrozando aquellas especies que sean exóticas. <p>Rehabilitación de zonas agrícolas en suelos salinos para el desarrollo de pastizal halófilo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se propone establecer una superficie dentro del área del Proyecto con campos agrícolas y suelos salinos para la compensación del pastizal halófilo, dónde se permitirá el crecimiento natural del pastizal. Se dará seguimiento de la composición de la vegetación en estas zonas, desbrozando por medio mecánicos las especies exóticas que llegaran a colonizar el sitio. 	<ul style="list-style-type: none"> Cobertura vegetal y composición de la zona rehabilitada. 	<p>las especies nativas para favorecer el desarrollo de la vegetación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Evidencias fotográficas de acciones de rehabilitación. Resultados de monitoreo de zonas debajo de paneles y rehabilitadas. Se realizará el seguimiento en los primeros 5 años de operación de forma semestral.
Medidas de protección a la fauna	Alteración de la abundancia y distribución de la fauna terrestre (incluye especies protegidas)	<p>Tipo de medida: Prevención y reducción</p> <p>Etapas de implementación: Preparación del sitio y construcción</p> <p>Responsable: Especialista en rescate y reubicación de especies. Responsable de seguridad y salud del Promoviente</p>	Proteger en lo posible las condiciones de hábitat para la fauna de la zona y favorecer el restablecimiento en sitios alternos.	<p>Rescate y reubicación: Estas medidas consisten en el rescate de especies de fauna que se encuentren en el sitio de interés, principalmente aquellas de lento desplazamiento y aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <ul style="list-style-type: none"> Antes de llevar a cabo las actividades de despálme y limpieza del terreno, se realizará un recorrido en la zona que se pretenda despálmarse por parte de una brigada de especialistas, con el fin de identificar y en su caso ubicar nidos, refugios y/o madrigueras, las cuales puedan ser rescatadas. Durante estas labores, todos los individuos encontrados que presenten escasa capacidad de desplazamiento o se encuentren en situación de desventaja (crías, hembras preñadas etc.) serán removidos a zonas con vegetación aptas para continuar con su óptimo desarrollo. Para el rescate de la herpetofauna se emplearán métodos de captura como bandas de goma, lazos corredizos (lazadas) y ganchos herpetológicos para el manejo de serpientes. El manejo de la mastofauna se realizará a través de trampas Tomahawk para mamíferos medianos, y Sherman para los pequeños. Las actividades de reubicación se llevarán a cabo en un sitio con las condiciones parecidas al lugar donde se extrajo la fauna. Es importante que la liberación de los individuos se realice en un plazo máximo de 24 horas posterior a la captura. En la etapa del despálme se contará con una cuadrilla de rescatistas (parte del equipo del subcontratista) por máquina para el rescate de la fauna que salga durante la excavación, 	<ul style="list-style-type: none"> Número de individuos de fauna rescatados. Clasificación de individuos rescatados. Evidencia en fotografía y bitácora de rescate y liberación. Identificación de zonas de liberación. Verificación de la calidad de ambiente de las zonas de liberación. 	<p>Aumento en el personal especializado dedicado al rescate y reubicación de fauna.</p>	<p>*Semanal durante preparación del sitio y construcción:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se realizarán informes donde se señale con precisión las áreas críticas de presencia de fauna dentro de la zona del proyecto. Bitácora con el registro de los organismos avistados, rescatados y reubicados. Evidencias fotográficas de los sitios de reubicación de fauna.

Medida de mitigación	Impactos que atiende	Implementación	Objetivos y metas	Medidas específicas	Indicadores de seguimiento	Medidas correctivas	Evidencias de cumplimiento y periodicidad
				<p>los cuales deberán contar con redes, lazos corredizos, jaulas y el material adecuado para el manejo de la fauna.</p> <ul style="list-style-type: none"> La cerca perimetral se construirá con malla metálica y pilares de hormigón o acero. El tejido de la malla será lo suficientemente pequeño para evitar el ingreso de fauna mayor. La parte superior del cerco (60 cm aprox.) podrá contar con alambre de púas. Asimismo, se sugiere que el cercado se encuentre al menos 10 cm por arriba del suelo y no al ras, para que no constituya una barrera ecológica de mamíferos pequeños y reptiles. Se llevarán a cabo recorridos para ahuyentar fauna que pueda desplazarse previo a la entrada de maquinaria para el despalme. 	<ul style="list-style-type: none"> Avistamientos de fauna silvestre nativa durante la etapa de operación del Proyecto. Avistamiento de individuos de fauna tras ahuyentamiento. Mortalidad de ornitofauna asociada a la línea eléctrica. 	<p>En caso de avistamiento de fauna mayor en el sitio del Proyecto se revisará la cerca para buscar y reparar rupturas o cavidades que permitan el paso de la fauna.</p> <p>Se evaluará la eficiencia del recorrido y el uso de sonidos específicos para los individuos avistados.</p> <p>Se detectará la zona que presente el problema y se determinará la acción necesaria.</p>	<p>*Tras colocación de cerca y por evento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Evidencias fotográficas de la cerca perimetral <p>*Por evento</p> <ul style="list-style-type: none"> Evidencias videográficas de recorridos de ahuyentamiento <p>*Por evento</p> <ul style="list-style-type: none"> Evidencias fotográficas de picos contra aves y espirales salva pájaros, o elementos similares. Evidencias fotográficas de medidas de emergencia tras evento de impacto de aves en línea eléctrica.
				<p>Medidas de protección a las aves: Para reducir los impactos sobre las aves debidos a la presencia de la línea eléctrica se implementarán las siguientes medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Se usarán elementos como espirales salva pájaros. Verificar que no existan cables o conexiones sin aislante Verificar que todos los puentes, terminales y unidades de deflexión se encuentren aislados Se emplearán picos contra aves en zonas de riesgo de electrocución que o sean posibles de modificar, tales como contar con una distancia mínima de 1.5 m entre elementos energizantes. 			
Medidas de atenuación de impacto visual	Reducción en la calidad visual del paisaje durante todas las etapas del proyecto.	<p>Tipo de medida: Compensación</p> <p>Etapas de implementación: Operación y mantenimiento</p> <p>Responsable: Responsable de seguridad y salud del Promovente</p>	Mitigar en la medida de lo posible la disrupción del proyecto en la calidad del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> En la medida de lo posible, se utilizarán materiales, revestimientos o pinturas que tengan poca o ninguna reflectividad y de colores que se mezclen con el entorno. Por debajo de los paneles solares se permitirá el crecimiento de la vegetación de manera natural, siempre y cuando la misma no ponga en riesgo la estabilidad de la estructura de soporte de los módulos. 	Inspecciones visuales	NA	<p>*Semestral</p> <ul style="list-style-type: none"> Evidencia fotográfica del crecimiento de vegetación natural en el AP
Medidas de control de riesgos laborales	Aumento en los riesgos laborales asociado a la operación de maquinaria	<p>Tipo de medida: Prevención</p> <p>Etapas de implementación: Operación y mantenimiento</p> <p>Responsable: Responsable de seguridad y salud del Promovente</p>	Asegurar que las condiciones laborales en el Proyecto sean las óptimas en términos de cumplimiento legal con la Ley Federal del Trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> Uso de equipos que cumplan con mejores prácticas de ingeniería para hacerlos intrínsecamente seguros. El personal deberá de estar calificado para realizar las actividades del Proyecto requeridas además de recibir un entrenamiento previo a la operación. Se portará en todo momento el equipo de protección personal adecuado según sea el requerimiento legal aplicable. Capacitación constante al personal en temas de seguridad. Se sensibilizará a todos los trabajadores sobre la importancia de cumplir con todas las medidas 	<p>Cumplimiento con las siguientes NOM:</p> <ul style="list-style-type: none"> NOM-004-STPS-1999 NOM-011-STPS-2001 NOM-017-STPS-2008 <p>Adicionalmente, se tendrán los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> Número de quejas recibidas y resueltas por parte de los trabajadores Número de capacitaciones recibidas Número de incidentes y/o accidentes del personal 	<p>Recisión de contratos a contratistas que no cumplan con condiciones de seguridad.</p> <p>Capacitación de emergencia en caso de incidencias en acciones inseguras.</p> <p>Corrección inmediata de condiciones inseguras.</p> <p>El personal que no use o no use correctamente el equipo de protección personal no podrá</p>	<ul style="list-style-type: none"> Contratos con contratistas con cláusulas de cumplimiento a lineamientos de seguridad. Listas de asistencia a cursos de seguridad. Evidencias fotográficas del personal portando EPP. Registro de incidentes Registro de quejas y mecanismos de atención a las mismas.

Medida de mitigación	Impactos que atiende	Implementación	Objetivos y metas	Medidas específicas	Indicadores de seguimiento	Medidas correctivas	Evidencias de cumplimiento y periodicidad
					<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de los lineamientos de la Ley Federal del Trabajo • Número de días de trabajo suspendidos por mal tiempo • Número de amonestaciones por incumplimiento a reglamento de seguridad 	encontrarse en el sitio de la obra.	

7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1 DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y PRONÓSTICO DEL ESCENARIO SIN PROYECTO CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En este capítulo se describen los tres escenarios enlistados abajo comparando los efectos por componente ambiental y haciendo un pronóstico con base en la descripción ambiental del sitio, el diagnóstico ambiental, la evaluación de impactos y las medidas de manejo propuestas. El punto de partida del análisis son las condiciones actuales, tomando en cuenta las tendencias de cambio observadas y las esperadas después de la inserción del Proyecto en el medio.

- a) Escenario “Sin Proyecto”, considera la situación ambiental actual de la zona del Proyecto y del Sistema Ambiental Regional (SAR).
- b) Escenario del SAR “Con el Proyecto y sin medidas de mitigación”, se analizan los impactos ambientales (descritos en el Capítulo 5) que se pueden generar por las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto en el SAR (descrito en el Capítulo 4).
- c) Escenario del SAR “Con el Proyecto y medidas de mitigación”, se tomó en cuenta la descripción de los aspectos citados en el punto anterior, incorporando las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo 6.

Los diferentes escenarios mencionados anteriormente se presentan en la Tabla 7.1.

Tabla 7.1 Descripción del escenario ambiental sin Proyecto, con Proyecto, y considerando el Proyecto con medidas de mitigación

Componente Ambiental	Sin proyecto	Con proyecto y sin medidas de mitigación	Con proyecto y con medidas de mitigación
Aire	Actualmente se puede considerar que la calidad del aire en el área del Proyecto y el SAR es buena, debido a que se encuentra en una zona rural abierta, carente de centros de población grandes. La localidad más cercana al área del Proyecto corresponde a San José Alchichica que posee una población de aproximadamente 5,000 habitantes (INEGI, 2010).	Debido a que el área del Proyecto es una zona de planicie abierta, el impacto que generaría sobre la calidad del aire sin medidas de mitigación sería localizado y únicamente en la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono. Dicho impacto sería generado principalmente por la maquinaria de construcción y la consecuente suspensión de partículas de polvo y derivados de la combustión de gasolina.	Tomando en cuenta las medidas que se implementarán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, los impactos a la calidad del aire por la dispersión de polvos y la generación de gases de los vehículos, serán mínimos.
Ruido	La mayor parte de proyecto está localizado en una llanura abierta, la mayor fuente de ruido antropogénico es la carretera 140 que atraviesa el poblado de San José Alchichica. La Organización Mundial de la Salud (1995) calcula que el ruido promedio en un ambiente de vehículos que superan los 60 km/hr es de 69 a 77 decibeles (dB) para autos y de 83 a 84 para vehículos más grandes. Dadas las dimensiones de la planicie en la que se encuentra el Proyecto, estas perturbaciones sonoras no generan impactos importantes sobre la salud humana y de otros organismos. Cabe destacar, que fenómenos naturales como el viento, tornados, las lluvias o granizadas son generadores de ruido en el ambiente y se encuentran presentes de forma estacional en el SAR.	Las actividades de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y abandono involucran el uso de maquinaria que puede generar niveles altos de ruido; de acuerdo a la OMS (1995) pueden llegar a niveles de 110 decibeles, donde los más afectados serían las personas más cercanas a las fuentes de la emisión, <i>i.e.</i> los trabajadores. El no contar con medidas de protección para los operadores podría perjudicar gravemente su salud auditiva. En el caso de la población en general, el no tomar ninguna medida podría resultar molesto para la localidad más cercana aunque este impacto estaría limitado a la etapa de construcción del sitio.	Con las medidas propuestas se espera limitar el ruido a los horarios donde ocasione menos inconvenientes, buscando realizar varias de las actividades ruidosas al mismo tiempo para disminuir la frecuencia del ruido y evitar así generar molestias, particularmente sobre la población de San José Alchichica. En cuanto al personal que laborará en la construcción y preparación del sitio, una de las medidas propuestas en el presente documento es proteger su salud auditiva con equipo de protección adecuado a las labores que realizan
Suelo	Los suelos del SAR varían desde Leptosoles y Regosoles, los cuales presentan bajo desarrollo o diferenciación de horizontes, poca materia orgánica y poca estructura de los agregados; Phaeozems, Solonchaks y Vertisoles, los cuales presentan una lata profundidad de desarrollo, estructura, contenido de nutrientes y materia orgánica. Precisamente por la presencia de estos suelos, el uso de suelo dominante es agrícola, tanto de riego como de temporal; por este motivo se podría considerar que el recurso suelo presenta actualmente degradación química moderada por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica. Esta pérdida de sus propiedades químicas aunada a los procesos naturales y antropogénicos de erosión debido al tipo de suelo y a la falta de cubierta vegetal, hacen que este componente	La construcción del proyecto dejará desprovista de cubierta herbácea (cultivos) los suelos del AP, incrementando la tasa de erosión. En caso de que durante la operación del Proyecto el terreno se mantenga desprovisto de vegetación, estos impactos al suelo y al aire que se mantendrían durante toda su vida útil. El incremento en la erosión tendrá efectos tanto en la zona de implante de los paneles y estructuras del parque, como en los caminos de acceso, los cuales permanecerán desprovistos de vegetación toda la vida útil del Proyecto. El tipo de erosión más importante en la región es la eólica, la cual se ve favorecida por la baja presencia de vegetación forestal en el AP y zonas aledañas, los suelos con altos contenidos de sales y poca estructura, y el relieve plano.	El implementar las medidas para controlar la pérdida de suelo disminuirá el impacto generado por las actividades del Proyecto. La principal zona con incremento de erosión serán los caminos de terracería, los cuales serán recubiertos con grava para reducir la exposición de la capa superficial del suelo al viento (principal fuente de erosión en la zona). Mientras que en las zonas de implante y zonas sin estructuras se permitirá el crecimiento de la vegetación natural, solo podando en caso de que interfiera con la captación de energía solar por parte de los paneles. Los suelos tendrán capacidad de recuperar sus características a largo plazo, ya que la presencia del Proyecto implica menos impactos para el suelo que los campos agrícolas, considerando el arado

<i>Componente Ambiental</i>	<i>Sin proyecto</i>	<i>Con proyecto y sin medidas de mitigación</i>	<i>Con proyecto y con medidas de mitigación</i>
	sea vulnerable en el área, incluso sin la implementación del Proyecto.		periódico, los riegos y las exigencias nutricionales de los cultivos.
<i>Agua</i>	<p>Dentro del AP no se encontró ninguna corriente de agua superficial; en general las condiciones del terreno son planas, presentándose únicamente acumulaciones momentáneas de agua durante las épocas de lluvias, ya que las características del terreno no son propicias para la formación de escurrimientos. El nivel de recarga de los mantos acuíferos es alto debido a la permeabilidad del suelo; sin embargo, el clima es árido y en general es una zona seca, por lo que la evaporación supera la precipitación la mayor parte del año.</p> <p>El cuerpo de agua más cercano al AP es la Laguna de Alchichica, la cual es separada en AP por una elevación topográfica originada por el borde del cráter del mar (forma residual tras la explosión y destrucción de un cono volcánico).</p>	<p>Durante toda la vida útil del Proyecto será necesario el consumo de agua, durante la preparación del sitio y construcción se utilizará para evitar la dispersión de polvo y durante toda la vida útil se requerirá para uso sanitario y lavado de paneles. El agua provendrá de pipas contratadas localmente, mientras que los sanitarios serán portátiles en la preparación del sitio y construcción, y se instalará una fosa séptica o sanitario con biodigestor en la operación. El uso no controlado del agua podría tener un impacto en la población aledaña; al ser este un recurso limitado en la zona, dada la aridez climática y la rápida infiltración del material del sustrato.</p> <p>Aunque no se esperan impactos en la calidad del agua al no generar descargas a cuerpos de agua, se considera la baja pérdida de infiltración, ya que en la zona la infiltración es baja. También se considera el riesgo de contaminación por escurrimiento de agua contaminada por algún derrame de la maquinaria o vehículos, riesgo que es considerado muy bajo por el tiempo que durará la preparación del sitio y construcción.</p>	<p>Se optimizará al máximo el recurso agua utilizando agua tratada para minimizar la dispersión de polvos y la limpieza de los paneles solares. Las aguas negras se acumularán en una fosa séptica o sanitario con biodigestor, y serán dispuestas por medio de una empresa autorizada para su posterior tratamiento.</p> <p>La maquinaria y vehículos recibirán mantenimiento de preferencia fuera del AP, y se establecerá dentro de las obras provisionales áreas especiales para estacionar, dar mantenimiento y recargar combustible, la cual contara con un recubrimiento de concreto o liner que aisle por completo el suelo, y una barrera secundaria, para que en caso de derrame o fuga, los contaminantes no alcancen ningún cuerpo de agua superficial o los acuíferos.</p>
<i>Flora</i>	<p>En el SAR se encontraron cuatro tipos de vegetación (bosque de pino, matorral desértico rosetófilo, bosque de táscate y pastizal halófilo), los cuales responden al gradiente climático, que va desde zonas semiáridas al Oeste del SAR a climas templados y subhúmedos al Este; al contacto litológico entre las rocas sedimentarias y volcánicas del Eje Neovolcánico Transversal; y la geomorfología compleja. De esta forma se puede encontrar al pastizal halófilo en las zonas semiáridas de planicie sobre aluvión, al bosque de táscate y matorral en las zonas de transición en lomeríos volcánicos y sedimentarios, y al bosque de pino en las zonas de laderas volcánicas. La vegetación en el SAR presentó una alta diversidad, un buen estado de conservación, aunque con presencia de malezas y especies indicadoras del disturbio, causado por la presión ecosistémica de los campos agrícolas dominantes en la planicie.</p>	<p>Con las actividades del Proyecto se afectarán 720.6 ha de campos agrícolas y 45 ha de pastizal halófilo, y 960 ha permanecerán sin afectación (el polígono del Proyecto posee 1,726 ha). El pastizal halófilo será desbrozado para la instalación de los paneles, sin embargo, el pastizal presente en el AP se encuentra perturbado a causa de las actividades agrícolas. La vegetación a nivel regional no se vería afectada con la implementación del Proyecto.</p> <p>No existirá afectación a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>Como parte de las medidas de mitigación, se permitirá el desarrollo de vegetación debajo de los paneles. Ya que los paneles no requieren de mucha superficie cimentada, se considera que la mayor parte de la superficie afectada podrá recuperar la vegetación nativa durante la etapa de operación del Proyecto. A pesar de lo cual, también se considera el rescate y reubicación de las especies de importancia ecológica, y la rehabilitación de zonas agrícolas con suelos salinos dentro del área del Proyecto, que no vayan a ser ocupadas con obras, en las cuales se favorecerá el crecimiento del pastizal halófilo.</p>

<i>Componente Ambiental</i>	<i>Sin proyecto</i>	<i>Con proyecto y sin medidas de mitigación</i>	<i>Con proyecto y con medidas de mitigación</i>
	El AP posee uso del suelo agrícola y pastizal halófilo, el cual presenta condiciones de conservación inferiores a las del SAR, con una menor diversidad y evidencias de disturbio por las actividades agrícolas. En el AP no existen ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
<i>Fauna</i>	Con respecto a los componentes faunísticos que se distribuyen en el AP y en el SAR, se obtuvieron registros de algunas especies reconocidas como generalistas en el AP, es decir, que se adaptan fácilmente a la modificación del ambiente, e incluso pueden verse favorecidas sus poblaciones por las alteraciones en el ecosistema, además de que presentan una amplia distribución a lo largo del país.	El SAR tiene una adecuada capacidad para albergar fauna silvestre. Aunque el AP está perturbado, todavía presenta condiciones propicias para el desarrollo de algunas comunidades faunísticas naturales, que se verían afectadas al implementar el Proyecto sin ninguna medida de mitigación, pudiendo tener efectos sobre la abundancia y distribución de fauna del AP.	Las especies más importantes del AP se encuentran debidamente representadas en el SAR. Con las medidas de rescate, reubicación y seguimiento, se mantendrá a la fauna protegida de los impactos en la etapa de construcción. En la etapa de operación, con el mantenimiento periódico de la vegetación herbácea, se espera disminuir el impacto en los individuos faunísticos. Por otra parte, el espacio que se dejará entre el cercado del área del Proyecto y el suelo para permitir el paso de fauna pequeña, promoviendo la conectividad del Sistema ambiental
<i>Paisaje</i>	La calidad del paisaje del SAR es baja, considerando el relieve simple, la cubierta del suelo agrícola, la baja presencia de escurrimientos y la cercanía con carreteras, vías férreas y poblados.	El paisaje se verá modificado por la presencia del parque solar, la superficie a alterar es de 1,726 ha, en una zona plana con alta visibilidad desde los puntos de observación más comunes (poblados y carreteras). Al no existir barreras topográficas o de vegetación que reduzcan la visibilidad del parque, este impacto tiene una magnitud mayor. No obstante, este tipo de infraestructura de energías limpias tienen, en general, una aceptación amplia de la población debido a que suponen la disminución del uso de derivados del petróleo.	En la medida de lo posible se utilizarán materiales, revestimientos o pinturas que tengan poca o ninguna reflectividad y de colores que se mezclen con el entorno. Se permitirá el crecimiento de vegetación natural en el AP, solo se podará en caso de que interfiera con la captación de radiación solar por parte de los paneles.
<i>Socioeconómicos</i>	El área del Proyecto está inmersa en un complejo socioambiental eminentemente agrícola; sin proyecto se podría continuar con actividades de agricultura de riego y temporal, lo cual a largo plaza degradaría el suelo y, por ende, la producción agrícola <i>per se</i> .	El proyecto podría incidir en mejorar la economía local por la demanda de servicios. Este aumento sería mucho menor en caso de que no se tomen las medidas de contratación de personal y servicios locales.	En la medida que se contrate fuerza laboral de la región, habrá un beneficio en local durante las etapas de construcción y abandono. La economía local se verá impulsada por el incremento en la demanda de servicios y bienes, los cuales serán adquiridos en los poblados cercanos (e.g. agua potable, agua tratada, alimentos, transporte y disposición de residuos)

7.2

PRONÓSTICO AMBIENTAL

El Proyecto busca contribuir a colocar a México como una potencia solar a nivel mundial, promoviendo el uso de tecnologías renovables para la generación de energía limpia y la búsqueda de un ambiente sano. Por su posición latitudinal, México es un mercado clave para la energía solar, la energía solar fotovoltaica ofrece un gran número de ventajas sobre métodos de energía convencionales, entre las que destacan su producción renovable y su alta disponibilidad. El Proyecto se basa en el aprovechamiento de energía solar por medio de una serie de módulos fotovoltaicos. La energía eléctrica será generada sin utilizar combustibles contaminantes.

Para decidir la ubicación del sitio se tomaron en cuenta factores como la distribución de las zonas de alto potencial y zonas de alta calidad solar para el desarrollo de proyectos de generación limpia de AZEL; asimismo se buscó tener el mínimo impacto en el entorno. Dada la naturaleza del Proyecto, que será generador de energía limpia a partir de una fuente renovable, no se espera que durante su operación se generen impactos significativos a la calidad del aire, flora o fauna; ya que estos impactos estarán limitados a las etapas de preparación del sitio y construcción y se implementarán medidas para minimizarlos. Con la correcta implementación de las medidas de mitigación propuestas se espera que los beneficios del Proyecto sean significativamente mayores a los impactos. Durante sus diferentes etapas el Proyecto será generador de empleos y se buscará contar con mano de obra cercana, lo que favorecerá la economía local de los poblados aledaños.

7.3

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La selección del sitio para realizar el Proyecto se hizo tomando en cuenta que se trata de una zona con alta radiación solar y cercana a la red eléctrica existente de la CFE a la que busca abastecer; se consideró que tiene una buena infraestructura de comunicación carretera y una adecuada orientación; finalmente se tomó en cuenta que es una zona donde los impactos ambientales y sociales serán poco significativos y podrán controlarse con las medidas de mitigación propuestas. La selección del sitio se realizó buscando tener el mínimo impacto en el entorno, adicionalmente, se tomaron en cuenta los siguientes criterios de selección:

1. No incidencia con Áreas Naturales Protegidas u otras áreas de importancia ecológica.
2. Compatibilidad con los ordenamientos ecológicos aplicables.
3. Evitar áreas con cauces de agua de relevancia.
4. Evitar áreas con vegetación forestal, en la mayor parte de la superficie.

Considerando lo anterior, aunado al alto potencial del área, otras alternativas de ubicación podrían conllevar una menor eficiencia en cuanto a la generación de energía eléctrica, requiriendo una mayor superficie, y por lo tanto generando un mayor impacto ambiental.

En cuanto a las alternativas técnicas de generación de energía eléctrica, la propuesta tecnológica del proyecto es una de las más limpias considerando su alto potencial como sitio para la transformación de energía solar. La alternativa en energías renovables, dadas las condiciones de la región, sería la generación eólica. La implementación de este tipo de fuente podría tener sentido dada la extensión y presencia de vientos en la región, sin embargo, por la ubicación de la zona entre tres áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA), no sería una alternativa que produjera menos impactos que los aquí descritos. En cuanto al uso de otro tipo de generación eléctrica, como aquellas que funcionan a base de energía térmica o de combustibles fósiles, su implementación no coincidiría con los objetivos y perspectivas de desarrollo estatal y nacional para la promoción del uso de energías renovables a las que la propuesta de implementación de este Proyecto responde.

7.4

CONCLUSIONES

México es uno de los países del mundo con mayor promedio de radiación solar anual. El Proyecto se ubica en el municipio de Tepeyahualco, en el estado de Puebla, al noroeste de la ciudad de Puebla. Se estima una vida útil de 30 años bajo condiciones normales de funcionamiento, sin necesidad de sustituciones ni rehabilitaciones sustanciales. El tiempo estimado para la preparación del sitio y la construcción es de 14 meses; se tendrá una capacidad de 250 MW y toda la energía producida se entregará al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Se puede concluir que el AP presenta las condiciones propicias para la instalación de un parque solar al encontrarse en un área con alto potencial para la generación de energía eléctrica con un alto factor de planta y potencial para evitar emisiones de CO₂, además de que su ubicación con respecto a localidades, a la Red Nacional de Transmisión, vías de comunicación, cuerpos de agua, áreas protegidas, zonas de peligro geológico y zonas de peligro climático, favorece la implementación del Proyecto en este sitio. Aunado a lo anterior, todos los impactos ambientales generados serán susceptibles de ser prevenidos o mitigados y no se comprometerá la biodiversidad de la región, trayendo mayores beneficios a largo plazo por la generación de energía limpia.

8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1 CARTOGRAFÍA

- DISTRIBUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO
 1. Ubicación regional del Proyecto
 2. Ubicación local del Proyecto
 3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO
 4. Plano de áreas naturales protegidas cercanas al proyecto
 5. Plano de ubicación de regiones hidrológicas prioritarias
 6. Plano de ubicación de regiones terrestres prioritarias
 7. Plano de ubicación de áreas de importancia para la conservación de las aves
 8. Plano de ubicación de sitios Ramsar
 9. Plano de delimitación del sistema ambiental regional
 10. Plano de tipos de clima
 11. Plano de geología
 12. Fallas y fracturas
 13. Plano de topoformas
 14. Provincias geológicas
 15. Subprovincias geológicas
 16. Plano de cuencas hidrológicas
 17. Plano de subcuencas hidrológicas
 18. Plano de microcuencas
 19. Plano de tipos de suelo
 20. Plano de degradación de suelos
 21. Plano de hidrología superficial
 22. Uso de suelo y vegetación serie VI INEGI
 23. Puntos de muestreo de flora en el AP Y SAR
 24. Transectos de fauna en el AP y SAR
 25. Diagnóstico ambiental

Capítulo 1

- Anexo 1.1 Acta constitutiva del Promovente
- Anexo 1.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del Promovente
- Anexo 1.3 Poder Notarial del Representante Legal
- Anexo 1.4 Copia de identificación oficial del representante legal del Promovente
- Anexo 1.5 Cédulas profesionales de los participantes en la elaboración de la MIA-R

Capítulo 4

- Línea Base Ambiental

Capítulo 5

- Metodología de evaluación de impactos ERM

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcocer, D., Escolero, A., & Marín, L. (2004). Problemática del agua de la cuenca oriental, estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala. In *El agua en México vista desde la academia* (pp. 57-77).

Arredondo-Figueroa, J., Borrego-Enríquez, L., Castillo-Domínguez, R., & Valladolid-Ladero, M. (1983). Batimetría y sofometría de los lagos " maars " de la Cuenca de oriental, Puebla, México. *Biótica*, 37-47.

Can-Chulim, A., Ortega-Escobar, H., García-Calderón, N., Reyes-Ortigoza, A., & et al. (2011). Origen y calidad del agua subterránea en la cuenca oriental de México. *Terra Latinoamericana*, 189-200.

CONABIO. (2011). *La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado*. México. Puebla, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

CONAPRED-SEDESOL. (2012). *Atlas de Riesgo del Municipio de Guadalupe Victoria, Puebla*. Retrieved from http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2012/21067_GUADALUPE_VICTORIA.pdf

- García, E., & Conabio. (1998). Retrieved from Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad:
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- INEGI. (2010). Regiones y cuencas hidrológicas. Retrieved from
<http://www.inegi.org.mx/>
- INIFAP. (2014). Red de estaciones meteorológicas automáticas. Retrieved from
<http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/estaciones.aspx>
- IUSS Working Group WRB. (2015). Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos. (FAO, Ed.) Roma, Italia.
- Sistema Meteorológico Nacional. (2018). Estaciones Meteorológicas. Información climatológica. Retrieved from CONAGUA:
<http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica>