MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Capitulo I. *Datos generale*
responsable del estudio de

CAPITULO I

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



2026

CONTENIDO

CAPÍTULO I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental. 3

I.1 Datos Generales del proyecto. 3

I.1.1 Nombre del proyecto. 3

I.1.2 Ubicación del proyecto. 3

I.1.3 Duración del proyecto. 3

I.2 Datos generales del promovente. 3

I.2.1 Nombre o razón social. 3

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes 4

I.2.3 Datos del Representante Legal 4

I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones. 4

I.2.5 Consultoría responsable de la elaboración del estudio. 4

CAPÍTULO I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.

I.1 Datos Generales del proyecto.

I.1.1 Nombre del proyecto.

SAN PEDRO SOLAR.

I.1.2 Ubicación del proyecto.

El Proyecto se ubicará en el estado de QUERÉTARO, en la zona centro norte de México, entre los municipios de LA CORREGIDORA Y HUIMILPAN, tal como se muestra a continuación:

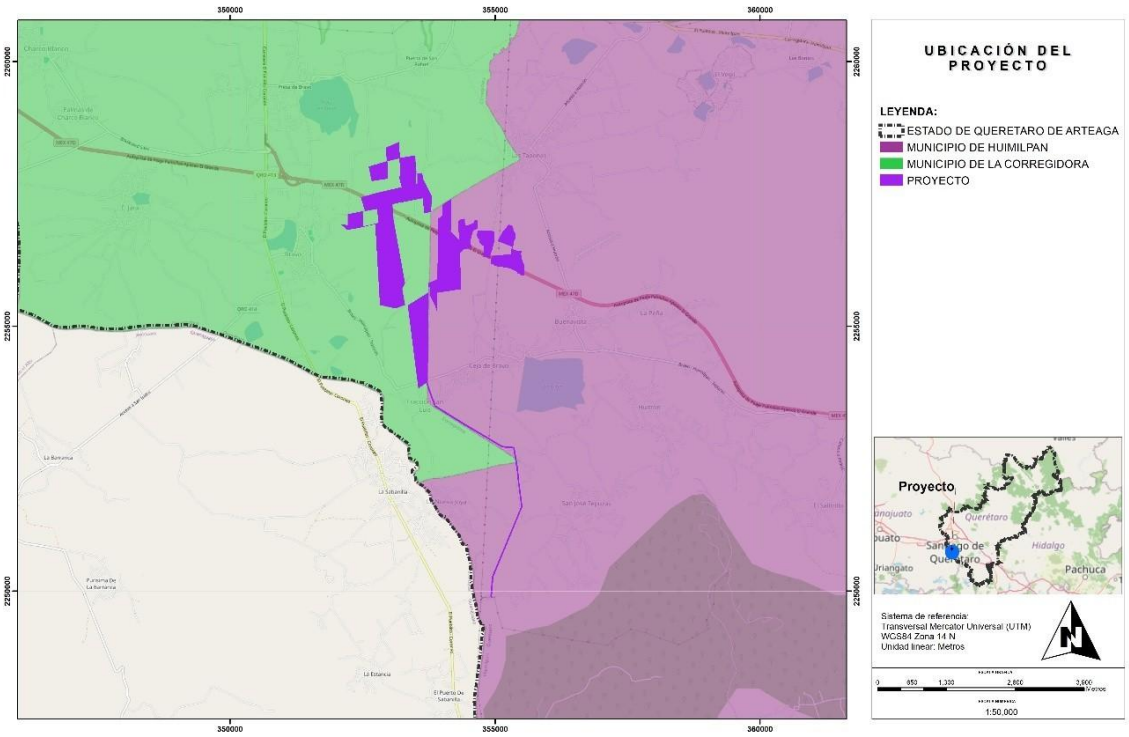


Figura I.1. Ubicación del proyecto "SAN PEDRO SOLAR".

I.1.3 Duración del proyecto.

El plazo solicitado para la realización del proyecto será de dos (2) años a partir de la autorización de inicio, la cual contempla realizarse en cuatro (4) etapas, preparación del sitio, instalación y montaje de infraestructura, fase de prueba e inicio de operaciones.

I.2 Datos generales del promovente.

I.2.1 Nombre o razón social.

ELAWAN WIND MEXICO III, SAPI DE CV.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

[redacted].

I.2.3 Datos del Representante Legal

JOSÉ AARON POLANCO OJEDA.

I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones.

[redacted]

I.2.5 Consultoría responsable de la elaboración del estudio.

Consultoría responsable de la elaboración:

BALAM PROYECTOS ECOLOGICOS S.A. de C.V.

[redacted].

I.2.6 Nombre del responsable técnico del estudio:

Licenciado en Biología Luis Alfonso Pereira Lara.

[redacted]

Cédula Profesional: 5161014.

[redacted]

Se adjunta el CV del responsable técnico, así como del grupo de especialistas que participaron en la elaboración del presente estudio, en el Anexo 4.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

elawan energy
AN ORIX COMPANY



2026

BALAM PROYECTOS ECOLÓGICOS

CONTENIDO

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. 3

II.1 Información general del proyecto, plan o programa. 3

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa. 3

II.1.2 Justificación. 5

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto. 6

II.1.5 Inversión requerida. 8

II.6. Características particulares del proyecto, plan o programa. 8

II.6.1 Programa de trabajo. 8

II.6.2 Preparación del sitio y construcción. 10

II.6.3 Operación y mantenimiento. 17

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

II.1 Información general del proyecto, plan o programa.

La empresa ELAWAN WIND MEXICO III, SAPI DE CV., promueve el proyecto SAN PEDRO SOLAR, a establecerse en el estado de Querétaro, en la zona centro norte de México, entre los municipios de La Corregidora y Huimilpan, en una superficie total de 3,167,384.52 m^2 (316.74 ha), el cual consiste en la construcción y operación de un Parque Solar para la producción de energía eléctrica limpia, misma que será transmitida al sistema eléctrico nacional de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) por medio de una Línea de Transmisión Eléctrica y trasladará la energía eléctrica a una Subestación eléctrica.

El objetivo del proyecto consiste en la instalación y operación de un parque de generación de energía eléctrica utilizando la captación y conversión de la energía solar con tecnología alternativa renovable que permita utilizar la abundante energía solar de la región y disminuir el impacto ambiental, económico y social que se ha generado por el uso de combustibles fósiles durante bastante tiempo y con ello aumentar la eficiencia energética, sin menoscabo de los recursos naturales.

También se construirá una línea de transmisión eléctrica que trasmitirá la energía producida en el Parque Solar hasta una Subestación Eléctrica. La utilización de la energía solar contribuye a reducir el "efecto invernadero" producido por las emisiones de CO_2 a la atmósfera, así como el "cambio climático" provocado por el efecto invernadero. Razón de lo anterior y de los beneficios colaterales es que este proyecto se considera amigable con el medio ambiente y forma parte de las tendencias de la conversión energética alternativa a nivel local, regional y mundial donde ya funcionan una gran gama de este tipo de proyectos adecuados a las distintas necesidades de las comunidades y a sus tipos condiciones topográficas y urbanas.

Los componentes principales del proyecto son los siguientes: paneles fotovoltaicos, seguidor horizontal, inversores, cajas concentradoras, equipo principal de conexión y desconexión, caseta de control, vallado perimetral, sistema de seguridad, caminos interiores y de acceso, casetas de inversores, centros de transformación, transformador principal, líneas de transmisión, entre otros.

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.

El presente proyecto denominado constituye el desarrollo de una planta de generación de energía eléctrica con una capacidad de 125.00 MWp y 118.20 MWac, que mediante la energía solar incidente en una serie de módulos fotovoltaicos (paneles solares) y la aplicación de un proceso de transformación, producirá energía eléctrica sin el uso de medios contaminantes y evitará la emisión de dióxido de carbono (CO_2).

La energía solar fotovoltaica ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años a nivel mundial. Especialmente en Europa se cuenta con una gran implantación dadas sus múltiples ventajas medioambientales, económicas y sociales. Son muchos los países y gobiernos que al evaluar la energía solar y comprobar sus ventajas, en

especial en el área de desarrollo sostenible y cuidado del medioambiente, están apoyando y aportando los medios necesarios para su implantación.

Dada la gran demanda energética que existe a nivel mundial, la cual es habitualmente cubierta por tecnologías que implican medios contaminantes, es el momento de plantear nuevos modelos de desarrollo energéticos que eviten emisiones y proceso dañinos para el medio ambiente y por ende a la salud humana. Las energías renovables y entre ellas la solar fotovoltaica, permiten aportar energía eléctrica a las redes de consumo sin que su generación haya provocado daños medioambientales, principalmente porque su proceso de transformación no supone emisiones de contaminantes por la quema de combustibles fósiles.

Además de lo anterior el presente proyecto pretende el desarrollo de la infraestructura y operaciones en predios con vocación agrícola y pecuaria, tal como lo confirma la siguiente imagen.

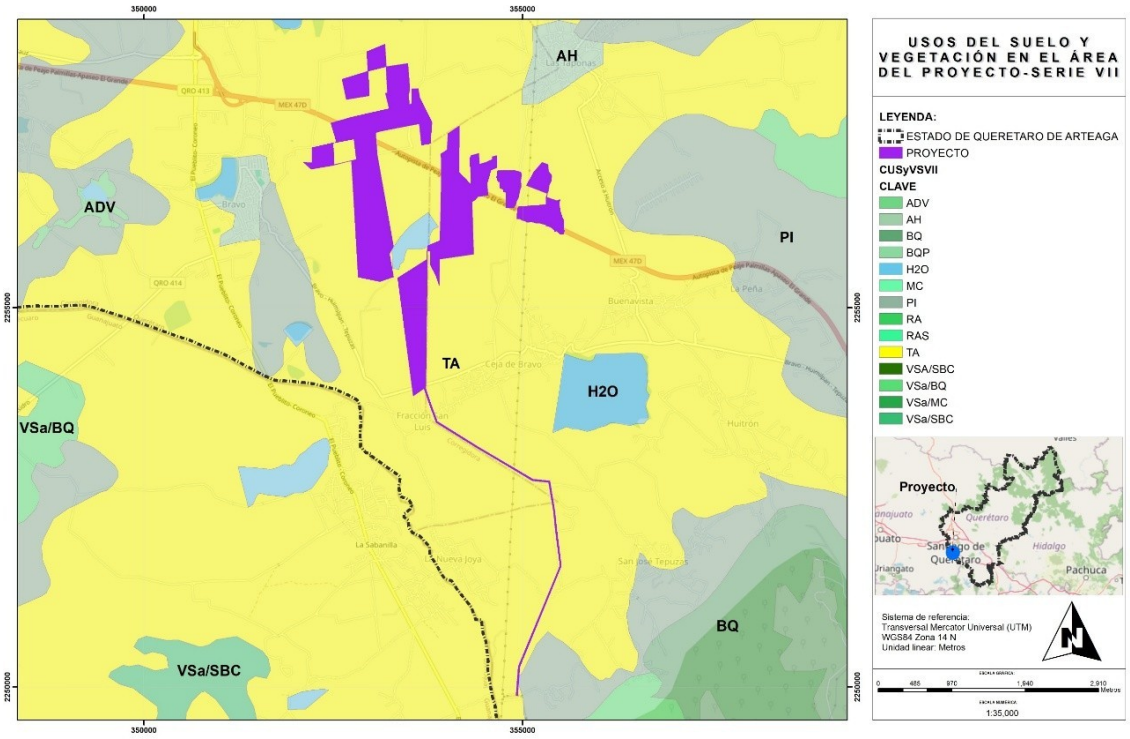


Imagen II.1. Polígonos del proyecto con incidencia en el área agrícola y pecuaria del área de estudio.

Por los usos actualmente presentes en toda el área de estudio y en donde se pretende establecer el proyecto (3,167,384.52 m^2 (316.74 ha)), estos no son áreas forestales, tal como se puede observar en la siguiente imagen.

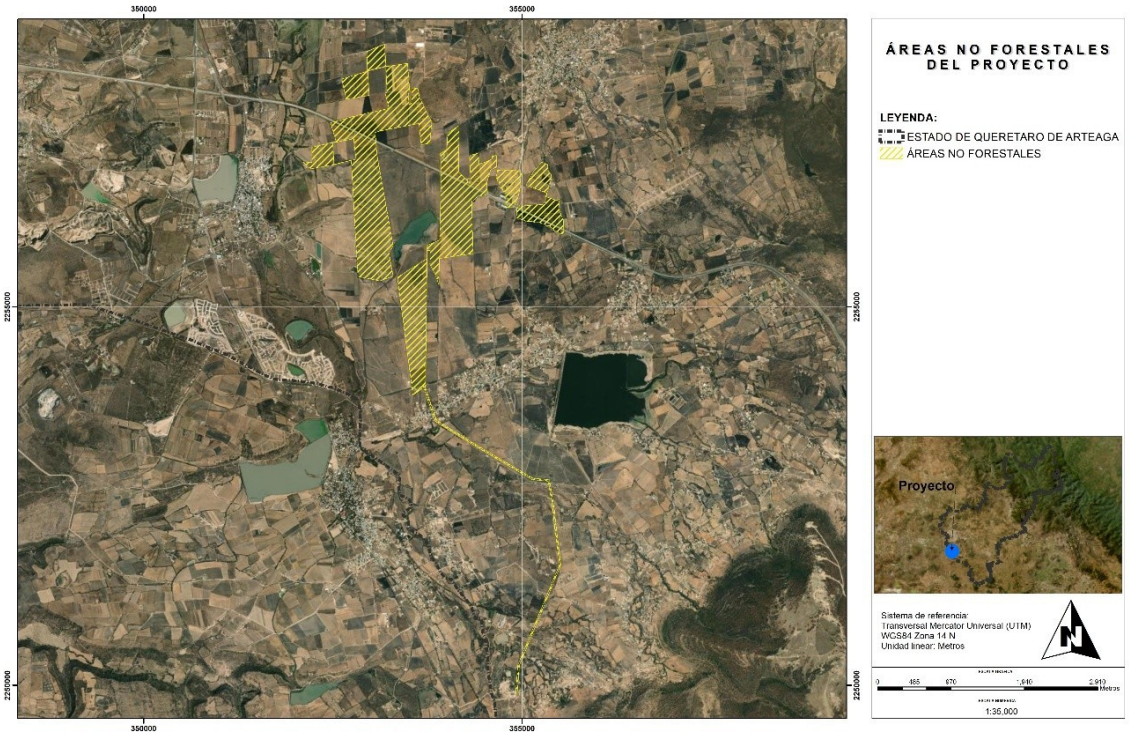


Imagen II.2. Representación gráfica de las áreas no forestales del área que ocupará el Parque Fotovoltaico San Pedro Solar.

Para la implementación del proyecto, será necesario retirar la poca vegetación predominantemente herbácea, únicamente en las áreas destinadas a caminos, instalación de inversores y zonas de trabajo. Manteniéndose la mayor parte de la vegetación que queda fuera de las áreas antes mencionadas, requiriéndose únicamente el control periódico de su crecimiento en áreas específicas, como debajo y alrededor de los paneles, manteniendo una cobertura vegetal que no exceda los 10 centímetros de altura. Esta medida permitirá reducir procesos de erosión del suelo ocasionados por lluvia y viento.

II.1.2 Justificación.

En términos ambientales, el proyecto tiene como objetivo la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica, una fuente renovable, limpia e inagotable, sin recurrir al consumo de combustibles fósiles durante su etapa de operación. Esta característica permite disminuir de manera significativa la dependencia de fuentes de generación convencionales basadas en hidrocarburos, contribuyendo a la diversificación de la matriz energética y al fortalecimiento de un modelo de desarrollo más sostenible.

Asimismo, la implementación del proyecto favorece la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono (CO_2), así como de otros contaminantes atmosféricos, como óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2) y material particulado, que comúnmente se generan durante la producción de electricidad mediante combustibles fósiles. En consecuencia, el proyecto aporta a la

mitigación del cambio climático, mejora la calidad del aire y genera beneficios ambientales tanto a nivel local como regional.

Adicionalmente, al producir electricidad a partir de un recurso renovable, el proyecto promueve un uso más eficiente y responsable de los recursos naturales, alineándose con las políticas nacionales e internacionales de transición energética, descarbonización y desarrollo sostenible. En este sentido, representa una alternativa tecnológica con un menor impacto ambiental en comparación con los sistemas convencionales de generación eléctrica, favoreciendo el cumplimiento de los compromisos en materia de protección ambiental y reducción de la huella de carbono.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto.

El proyecto se pretende establecer en un conjunto de predios conformados por cuatro polígonos que en conjunto suman un total de 3,167,384.52 m^2 (316.74 ha) dentro de los municipios de la Corregidora y Huimilpan en el estado de Querétaro, México, tal como se muestra a continuación:

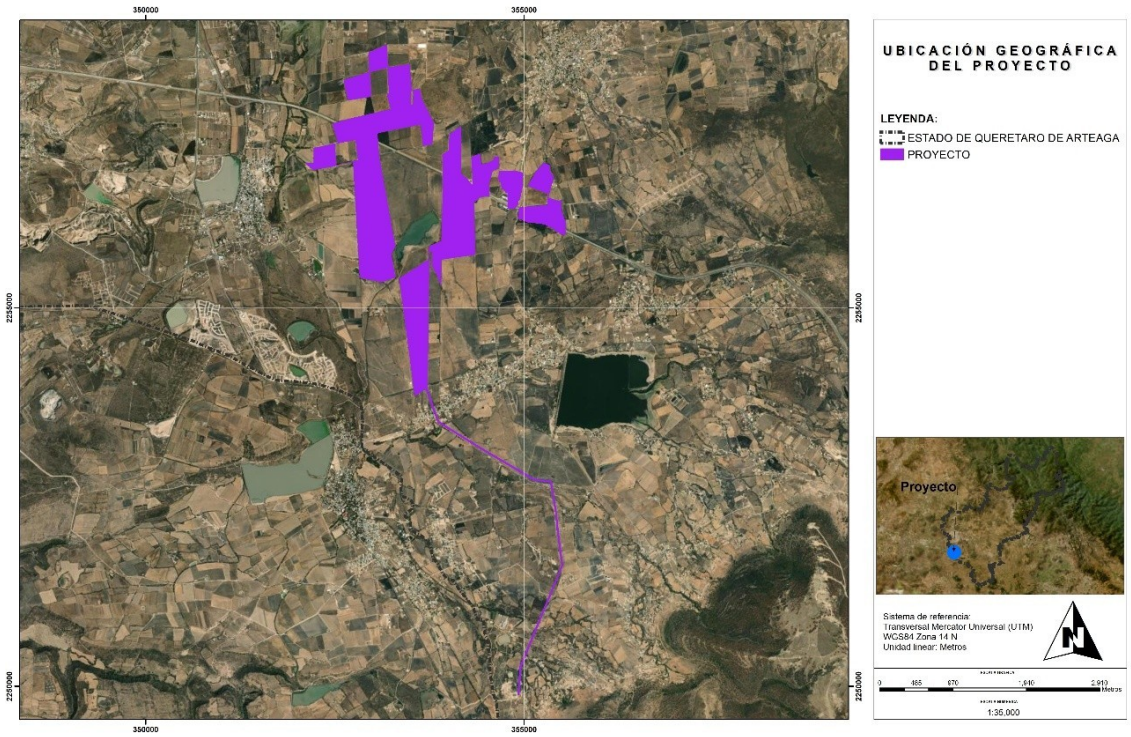


Imagen II.3. Ubicación del Parque Fotovoltaico San Pedro Solar.

En la siguiente tabla se señalan las coordenadas que delimitan al polígono del proyecto:

Tabla II. 1. Coordenadas de ubicación del polígono del parque San Pedro Solar.

Ubicación proyecto "planta fotovoltaica San Pedro Solar"				
Ubicación planta FV				
Latitud	2255239.88	º N	País	MEX
Longitud	353504.17	º E	Datum	WGS84
Altitud	2,140	m	Zona horaria	14Q

El acceso principal a la Planta se realizará a través de un entronque con la autopista 47D Palmillas-Apaseo el Grande, ubicada al centro de las instalaciones. Este acceso permite la entrada directa a la subestación eléctrica, al sistema BESS y al resto de la planta fotovoltaica.

Tabla II. 2. Coordenadas de ubicación geográfica de las diferentes obras.

Ubicación subestación elevadora				
Latitud	2254283.71	º N	País	MEX
Longitud	353685.46	º E	Datum	WGS84
Altitud	2159	m	Zona horaria	14Q
UBICACIÓN SUBESTACIÓN DE MANIOBRAS				
Latitud	2249877.77	º N	País	MEX
Longitud	354888.77	º E	Datum	WGS84
Altitud	2239	m	Zona horaria	14Q
UBICACIÓN INICIO DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN				
Latitud	2254240.94	º N	País	MEX
Longitud	353692.08	º E	Datum	WGS84
Altitud	2160	m	Zona horaria	14Q
UBICACIÓN FIN INICIO DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN				
Latitud	2249885.74	º N	País	MEX
Longitud	354925.14	º E	Datum	WGS84
Altitud	2238	m	Zona horaria	14Q

La planta tiene una potencia instalada de aproximadamente 125.00 MWp y 118.20 MWac en inversores, con una potencia activa en el punto de interconexión de 98.20 MW.

Tabla III.3. Información general de la Planta.

PLANTA SOLAR	PLANTA FV SAN PEDRO SOLAR
Potencia Pico STC	125.00 MWp
Potencia en inversores (@ Tdis=31°C)	118.20 MWac
Potencia activa en el POI	98.20 MW
Ratio DC/AC @POI	1.273
Pitch	9 m
Espacio entre mesas	6.618 m
Número de subcampos	18
Número de inversores	394
Número de strings	6,632
Número de módulos	192,328
Número de estructuras de 2 strings	2,471
Número de estructuras de 1 string	257
Transformadores	JUPITER-6000K-H1 (18)
Área	274.5 ha
Vallado perimetral	22,190 m
Equipos principales	
Módulo fotovoltaico	Longi HiMO9 LR8-66HYD

PLANTA SOLAR	PLANTA FV SAN PEDRO SOLAR
Potencia	650 Wp
Inversor fotovoltaico	SUN2000-330KTL-H1
Inversores @40°C	300 kVA
Inversores @Tdis=31°C	327 kVA
Centros de transformación	JUPITER-6000K-H1 (18 unidades, 6,600 kVA @40°C cada uno)

Nota: Esta tabla contiene los datos generales y principales características técnicas de la planta fotovoltaica tal como aparecen en la memoria descriptiva oficial del proyecto.

Características del Sistema de Almacenamiento BESS.

El sistema BESS tiene una capacidad de aproximadamente 29.46 MWac, con una potencia máxima de 29.6 MWac (instalada en PCS) y una capacidad de almacenamiento de 88.38 MWh (energía nominal instalada: 89.44 MWh).

- Potencia MWAC @FP1@PLACA CARACTERÍSTICAS: 29.46 MW
- Capacidad de layout en batería: 88.38 MWh
- Eficiencia de ciclo completo: 87.53%
- Capacidad en POI: 88.38 MWh (energía neta requerida)
- Área disponible para baterías: 0.132 ha
- Número de PCS: 148 unidades (LUNA2000-200KTL-H1, 200 kW AC c/u)
- Modelo de baterías: LUNA2000-4472-2S, 20 unidades, con capacidad de 4.472 MWh (2.236 MW) cada una

Infraestructura de Interconexión y Línea de Transmisión

La línea de transmisión aérea de 8.5 km opera a 115 kV, con un circuito y conductores por fase, conectando la planta a la red nacional.

- Nivel de tensión de salida: 115 kV
- Línea aérea: 8.5 km
- Frecuencia: 60 Hz
- Circuitos de evacuación: 1
- Tensión máxima de operación: no especificada
- La línea conecta la subestación elevadora y la subestación de maniobras

II.1.5 Inversión requerida.

Se estima una inversión aproximada de $1,115´200,000.00 MN (Mil ciento quince millones doscientos mil).

II.6. Características particulares del proyecto, plan o programa.

II.6.1 Programa de trabajo.

Se estima un periodo de ejecución de 12 meses (un año) [VERIFICAR CON INGENIERÍA DEFINITIVA / CRONOGRAMA ACTUALIZADO] para las actividades de limpieza y preparación del terreno, así como para la construcción de las instalaciones del parque solar, mientras que la operación del parque solar está prevista para un periodo de 25 AÑOS.

Tabla II. 4. Programa general de trabajo.

Actividad de la obra	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del sitio												
Trazo de áreas de desplante de obras (Vialidad, áreas para infraestructura y servicios)												
Verificación de los trazos para desplante de obras												
Trabajos de limpieza de áreas para infraestructura, servicios y caminos de acceso												
Construcción												
Nivelación y compactación del terreno para la edificación de instalaciones y servicios.												
Construcción de camino de acceso												
Excavación y armado de infraestructura para las instalaciones fotovoltaicas.												
Cimentación y obra negra de las edificaciones de infraestructura y servicios.												
Levantamiento de edificaciones e infraestructura de servicios y señalización.												
instalación de Paneles fotovoltaicos e interconexión a la red.												
Operación y mantenimiento (25 años)												

Tabla II. 5. Actividades de abandono del sitio.

ETAPA DE ABANDONO (posterior a la finalización de la vida útil del proyecto)												
Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Desmontaje de módulos y estructuras												
Retiro de cables												
Gestión de residuos conforme a LGPGIR												
Restauración superficial del terreno												

Previo a los trabajos de preparación del sitio, se contempla los estudios de campo, cuyo objetivo principal es la recopilación de datos necesarios para la elaboración del documento técnico (Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R)) entre esos estudios figuran los siguientes:

Muestreo Florístico y Faunístico. Se realizaron recorridos de prospección por las orillas y caminos internos dentro del terreno sujeto a estudio con el fin de identificar especies de flora y fauna dentro del perímetro de este y vialidades que lo circundan, así como en las áreas de influencia.

A continuación, se presentan las diferentes etapas del proyecto:

II.6.2 Preparación del sitio y construcción.

Preparación del sitio

Las actividades que se tienen contempladas para la preparación del sitio son las siguientes:

- Corte y despalme del terreno
- Formación y compactación de terraplenes
- Nivelación y drenajes pluviales
- Trazo y nivelación
- Corte y despalme del terreno

El principal recurso que será afectado durante esta etapa es el suelo y la poca vegetación herbácea que actualmente se encuentra en el terreno debido a la instalación de los paneles solares, así como temporalmente por la maquinaria necesaria para el izaje de los paneles.

De acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto se pretende que el espesor de la parte que incluye el despalme del terreno sea menor o igual a 40 centímetros (0.4 metros) para propósitos de nivelación del terreno. La remoción de terreno se llevará a cabo en las áreas en las que se pretenden instalar los paneles por medios mecánicos, se pretende que el material necesario para las nivelaciones será obtenido del mismo terreno en donde se realicen excavaciones para fines de nivelación; en caso de ser necesario más material, este se obtendrá de un banco autorizado en el Estado de Querétaro.

Para las actividades de despalme no se espera una afectación severa para el suelo ya que no se verá afectada su vocación debido al uso de suelo que actualmente sustenta.

Formación y compactación de terraplenes.

El trabajo de terraplén consistirá en la remoción, almacenaje y disposición de materiales necesarios para la construcción de los mismos y soportar los equipos necesarios para el desarrollo del proyecto; estos materiales se pondrán en almacenamiento utilizando métodos que eviten la erosión de los mismos.

En caso de requerirse a los terraplenes se les hará un talud que garantice su estabilidad teniendo en cuenta que no existirán taludes de gran altura; de ser el caso los taludes serán cubiertos con la tierra recuperada de las actividades de desmonte y despalme del sitio. Todo el material residual de las actividades será llevado a lugares autorizados por la autoridad correspondiente.

Nivelación y drenajes pluviales.

La cubierta vegetal será removida, de las áreas donde se pretenden instalar las bases que sostendrán los paneles solares, y posteriormente ser niveladas. Para la nivelación del terreno se usará material producto de las excavaciones y en caso de ser necesario de los bancos de materiales autorizados por las autoridades correspondientes.

Trazo y nivelación.

Durante la realización de los trabajos de trazo no se afectará seriamente el estado del predio ni del suelo ya que son actividades que no requieren el uso de maquinaria pesada ni equipos pesados. Para la realización de estas actividades se llevarán a cabo trabajos utilizando equipos de topografía como estaciones para definir los puntos georreferenciados para ubicar los paneles a lo largo del terreno.

Los materiales que se utilizarán como rellenos deberán ser materiales con las características que señale el estudio de mecánica de suelos correspondiente que será practicado en el sitio como parte de las actividades del proyecto; dichos materiales deberán provenir de bancos autorizados con lo que se minimiza el riesgo de afectación al suelo del predio. Este material se usará también para la mejora de los caminos de acceso y para el mantenimiento de caminos internos al sitio. De igual forma se verificará que cada equipo de transporte de materiales sea sometido al correspondiente mantenimiento preventivo para minimizar la emisión de gases de combustión a la atmósfera y cualquier otra afectación al suelo.

Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto.

No se requerirán obras o actividades provisionales trascendentes, ya que el sitio se localiza en la influencia del Parque Industrial Burlington, en donde ya existe infraestructura vial y de servicios. Durante el proceso de ejecución de la etapa de preparación del terreno y construcción se contará con algunas obras y servicios de apoyo, los cuales se mencionan a continuación:

- Se rentarán sanitarios móviles durante todo el periodo de ejecución de la obra, la instalación se adecuará a las especificaciones establecidas en el reglamento de construcción correspondiente. La limpieza de estos servicios será responsabilidad de la empresa que arriende dichos sanitarios.
- El suministro de agua tratada para las actividades de preparación del sitio será proporcionado por medio de pipas de aproximadamente 18 metros cúbicos (ms).
- Se establecerá un campamento temporal dentro del predio para el resguardo del equipo a utilizar. Al término de los trabajos de demolición, se procederá a su desmantelamiento y retiro total y limpieza del área.

Etapa de construcción.

Niveles de Voltaje en la Planta.

Descripción de los diferentes niveles de tensión utilizados en la instalación, con sus características técnicas.

- Voltaje del campo solar: Hasta 1500 V DC, aislamiento 1.5/1.5 KV DC, aislado (IT).
- Tensión de generación del puente SCB y transformador: 34.5 kV, aislamiento 36 kV, 3 fases, 60 Hz.
- BESS: LV 800 Vac, MV 34.5 kV, aislamiento 0.8/1 kV, 3 fases, 60 Hz.
- Sistema colector (MT): 34.5 kV AC, aislamiento 36 kV, 3 fases, 60 Hz.
- Tensión de consumos auxiliares: 230/270 V AC, aislamiento 0.6/1 kV, 3 fases + N, 60 Hz.

- La planta opera en sistemas aislados (IT) y rígidos a tierra, con diferentes niveles de tensión y aislamiento.

Descripción del Sistema Híbrido

Resumen del sistema híbrido que combina generación solar y almacenamiento en baterías, con capacidad de 125.00 MWp y 98.20 MW en POI.

- Incluye planta solar, sistema de almacenamiento BESS con 29.46 MW y 3 horas de autonomía (≈88.38 MWh).
- La operación evita exceder la potencia concedida en el POI, limitando la potencia activa mediante protección y control.
- La energía excedente se almacena en baterías, con posibilidad de derrame si la batería está en carga máxima.
- La BESS se conecta en corriente alterna, operando según regulaciones de red y control de potencia, frecuencia y tensión.
- El control en tiempo real es gestionado por PPC, EMS y SCADA, coordinando reducción de potencia y bloqueo de descarga si se acerca al límite.

Configuración y Características del Campo Solar

Descripción de la estructura del campo solar, bloques, módulos y equipos principales.

- Capacidad total de 125.00 MWp, con bloques de diferentes potencias y configuraciones.
- Se emplearán 18 centros de transformación (bloques) de configuración uniforme, con una potencia de entrada DC de entre 6.44 y 6.975 MWcd por bloque.
- Módulo fotovoltaico: 132 celdas en serie, Voc 49.72 V, Vmp 40.98 V, Isc 16.54 A, Imp 15.86 A, eficiencia 24.10%.
- Inversores: potencia de 300 kW, 6 MPPT, V MPPT 500-1500 V, salida AC 800 V, Iac 238.2 A.
- Estaciones de transformación: 18 transformadores de 6,600 kVA cada uno (modelo JUPITER-6000K-H1), aceite, exterior, norma IEC 60076.
- Estructuras de seguimiento con trackers de un eje, pendiente máxima 15%, estructura a tierra.
- Cableado: DC entre módulos e inversores, AC entre inversores y transformadores, con características normativas específicas.
- Se emplearán celdas y racks con protección contra sobrecalentamiento, incendios y condiciones ambientales adversas.

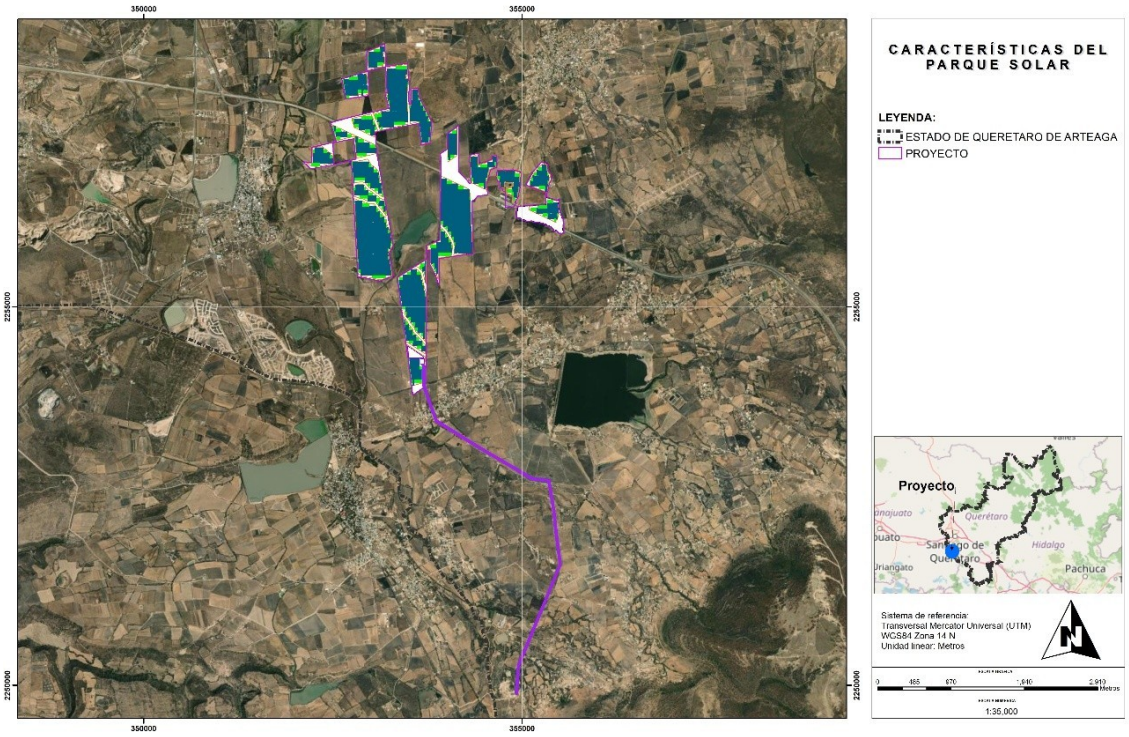


Imagen II.4. Características del campo solar.

Sistema de Almacenamiento de Energía

Resumen del sistema de baterías, componentes, capacidad y funciones.

- Capacidad total de 89,440 kWh, con 20 baterías LUNA2000-4472-2S de 4,472 kWh cada una.
- Potencia de almacenamiento: 29.46 MW, con 3 horas de autonomía.
- Incluye celdas, módulos, racks, contenedores, sistemas auxiliares (HVAC, protección contra incendios, BMS, control EMS).
- Sistemas auxiliares: aire acondicionado, protección contra incendios, control de temperatura, seguridad, monitoreo y comunicación.
- Cables de interconexión: en contenedores y estaciones, con características específicas de norma, sección y aislamiento.
- La infraestructura contempla obras civiles, movimientos de tierra, caminos, cimentaciones y zanjas para la correcta instalación y operación.

El sistema de almacenamiento de energía (en adelante BESS, por sus siglas en inglés Battery Energy Storage System) es un sistema de baterías que permite almacenar energía para su uso posterior. Estas baterías integran más tecnologías y dispositivos que permiten un control inteligente de su carga y descarga para una amplia variedad de aplicaciones. De este modo, se identificarán las necesidades de aplicación, basadas en las necesidades de uso, y se programarán en ellas los momentos de descarga y carga, para este proyecto, se ha desarrollado la siguiente opción:

- BESS en AC: En este caso, la energía procedente del campo generador se almacena en las baterías y posteriormente se evacúa a la red.

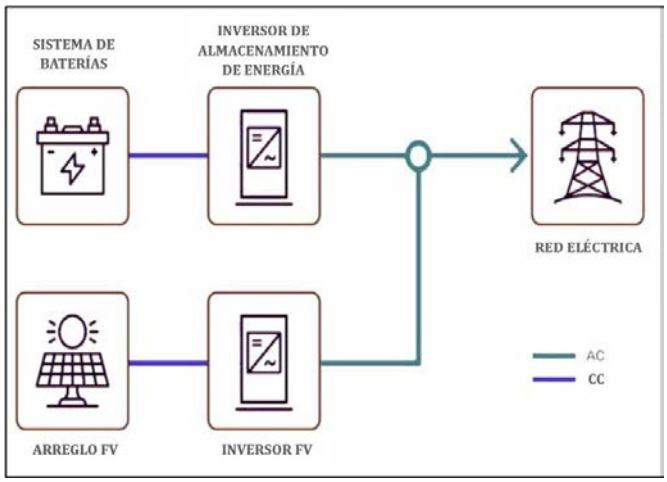


Imagen II.5. Diagrama de conexión del sistema de almacenamiento en AC.



Imagen II.6. Visualización grafica general del sistema de almacenamiento de energía.

Sistema de Drenaje Pluvial en Planta Solar

El propósito del sistema de drenaje pluvial de la planta solar es controlar y evacuar de manera segura el escurrimiento superficial causado por la precipitación, evitando encharcamientos, erosión del suelo o cualquier impacto sobre las cimentaciones y estructuras eléctricas.
El objetivo es definir los criterios generales para el escurrimiento superficial dentro del área de implementación del proyecto y establecer la dirección de flujo mediante cunetas, con el fin de evitar acumulaciones de agua que puedan afectar las instalaciones

El sistema de drenaje pluvial tiene las siguientes características:

- El objetivo es controlar el escurrimiento superficial, evitando encharcamientos, erosión y daños en cimentaciones y estructuras eléctricas.
- En la ingeniería básica, no se realiza el diseño hidráulico detallado del sistema.

- La red de drenaje incluye cunetas trapezoidales, obras de drenaje transversal (ODT) en cruces de caminos, y mantenimiento periódico para sedimentos.
- Las cunetas se ubicarán adyacentes a caminos internos, revestidas en suelos altamente erosivos o pendientes que generen velocidades erosivas.
- Las ODT serán tuberías prefabricadas de concreto enterradas, colocadas en cruces de caminos para permitir el paso del agua.
- La resistencia mecánica de las tuberías debe soportar el tráfico vehicular y cargas de caminos.
-

Cercado Perimetral y Seguridad.

Se implementará un cerco perimetral para proteger la planta contra intrusiones, daños y robos.

- El cerco busca impedir el acceso a elementos en tensión y proteger las instalaciones y personal.
- La cerca también ayuda a disuadir acciones malintencionadas y a mantener la seguridad de la planta.

Interconexión y Línea de Evacuación

Se describe la línea aérea que transportará la energía desde la subestación elevadora hasta la subestación de maniobras.

- La línea tendrá aproximadamente 5.4 km de longitud, con características técnicas específicas.
- La línea será de un circuito con conductor ACSR 795 kCM y fibra óptica CGFO para protección y comunicación.
- Parámetros eléctricos incluyen tensión nominal de 115 kV, frecuencia de 60 Hz, y niveles de aislamiento adecuados.
- La línea soportará una velocidad máxima de viento de 115.25 km/h a 10 años y 130.63 km/h a 50 años para diseño estructural.
- La ubicación y características del trazado se basan en datos geográficos y meteorológicos del sitio.

Subestación Elevadora y Equipos Principales

La subestación elevará la energía a 115/34.5 kV con transformador de 80/94 MVA y equipos de alta y media tensión.

- Incluye transformadores, interruptores SF6, tableros de distribución, y equipos de protección y medición.
- La subestación tendrá esquema en intemperie, esquema radial, y sistemas de maniobra y protección.
- Se consideran normas nacionales e internacionales, incluyendo CFE, IEEE, IEC, y ASTM.
- La red de tierras se diseñará con resistencia menor a 1 Ω, usando cobre y electrodos de cobre y acero.
- Canalizaciones, ductos, y caminos internos se diseñarán para resistir cargas de viento, sismo y tráfico vehicular.

- La estructura soportará cargas de viento, sismo, y cargas permanentes y variables, con análisis estructurales y geotécnicos.
- La cimentación será a base de pilas perforadas, con resistencia a compresión de 300 kg/cm², y profundidad mínima de 2.0 m para pilas menores y 2.4 m para mayores.
- La caseta de control tendrá iluminación LED, sistema de emergencia, y sistemas de aire acondicionado automatizados.
- Los sistemas eléctricos incluyen transformadores de servicios, plantas generadoras diésel, y sistemas de protección y control.

Diseño Civil y Cimentaciones

El diseño civil considera cargas de estructura, sismo, viento, nieve, y agua, siguiendo normativas nacionales e internacionales.

- Las cargas de diseño incluyen cargas permanentes, variables, accidentales, y de impacto.
- Se aplican combinaciones de carga para resistencia última y de servicio, con factores de seguridad y análisis LRFD.
- Las cimentaciones menores serán pilas perforadas con resistencia a compresión de 300 kg/cm², diámetro mínimo de 0.50 m, y longitud de 2.0 m.
- Las cimentaciones mayores también serán pilas perforadas, con diámetro mínimo de 0.60 m y longitud de 2.4 m.
- La cimentación del transformador será una losa monolítica con pendiente para escurrimiento de aceite, capacidad de almacenamiento del 120% del volumen de aceite.
- La estructura de la subestación y las torres de transmisión cumplirán con especificaciones de CFE y normas internacionales, con protección contra esfuerzos mecánicos y sismos.

Profundidad mínima de desplante en suelo

La profundidad mínima requerida para pilas coladas en sitio es de 3.00 metros.

- La profundidad mínima de desplante en el suelo debe ser de 3.00 m.
- Aplicable para pilas coladas en sitio.
- Garantiza estabilidad y seguridad estructural.

Referencias y Especificaciones Técnicas para Líneas de Transmisión

Se listan las principales normativas y especificaciones que rigen el diseño y construcción de líneas de transmisión aérea.

- Incluyen especificaciones de CFE y normas internacionales como IEC e IEEE.
- Especificaciones cubren cables, herrajes, aisladores, puesta a tierra, señalización y cimentaciones.
- Documentos de referencia incluyen normas para aislamiento, cables ópticos, torres y estudios geotécnicos.
- La documentación técnica asegura cumplimiento de estándares de seguridad, calidad y rendimiento.

- La memoria descriptiva del proyecto "Planta FV San Pedro Solar" está registrada con fecha de diciembre de 2026 y revisión 0.

Normas y Reglamentos Aplicables en la Construcción

Se mencionan las normativas y reglamentos que regulan la construcción y diseño de estructuras y cimentaciones.

- Incluyen reglamentos de concreto estructural (ACI-318S-11 y ACI-318-14).
- Normas internacionales como IEEE 691-2007 también son relevantes.
- Requisitos específicos para protección contra aves y derechos de vía.
- Especificaciones para estudios geotécnicos y construcción de estructuras de transmisión.
- Estas regulaciones garantizan la seguridad, durabilidad y cumplimiento legal en las obras.
- Características generales del proyecto
  Este parque contará con una potencia pico STC de 125.00 MWp, Potencia en inversores 118.20 MWac y Potencia Activa en el POI de 98.20 MW, el número de inversores será de 394, el número de strings será de 6,632, el número de módulos será de 192,328, con 2,471 estructuras de 2 strings y 257 estructuras de 1 string [VERIFICAR CON INGENIERÍA DEFINITIVA].

- Características de los transformadores
  Transformadores modelo Jupiter-6000K-H1 (6,600 kVA c/u) serán instalados 18, uno por cada centro de transformación.

- Características de los módulos
  Los módulos fotovoltaicos serán, LongiHiM09-66HYD con potencia de 650Wp, los inversores fotovoltaicos serán, SUN2000-330KTL-H1 (ver tabla 2.1 información general de la planta)

- Características de la interconexión.
  Información de interconexión Planta San Pedro Solar, Nivel de tensión de salida será de 115kV, la frecuencia es de 60Hz, la línea de transmisión será de 8.5 km, tipo de línea aérea.

II.6.3 Operación y mantenimiento.

Descripción del proceso operativo

El proyecto consiste en la generación de energía eléctrica mediante conversión fotovoltaica, utilizando módulos solares que transforman la radiación solar en corriente directa (DC), la cual es convertida en corriente alterna (AC) mediante inversores centrales, para su posterior elevación de tensión en subestación eléctrica y entrega al Sistema Eléctrico Nacional.
No se realizan procesos industriales, combustiones, transformación química ni generación de residuos peligrosos derivados del proceso productivo.

Equipos principales.

Módulos Fotovoltaicos.

- Tecnología: Monocristalinos bifaciales
- Potencia unitaria estimada: (Usar datos técnicos entregados)
- Cantidad estimada: (Usar datos técnicos entregados)
- Dimensiones aproximadas: 2.3 m × 1.3 m
- Montados sobre estructuras metálicas galvanizadas

Estructuras de soporte.

- Tipo: Fijo o tracker 1 eje (según diseño final)
- Material: Acero galvanizado
- Altura máxima: 3.5 m

Inversores centrales.

- Capacidad unitaria: (Usar datos técnicos entregados)
- Cantidad estimada: (Usar datos técnicos entregados)
- Instalados en estaciones de potencia distribuidas

Centros de transformación.

- Transformadores elevadores 34.5 kV
- Subestación elevadora a 115 kV
- Sistema de protección y control digital (SCADA)

Sistemas auxiliares.

- Red interna de media tensión
- Sistema de monitoreo remoto
- Sistema de puesta a tierra
- Sistema contra descargas atmosféricas
- Caseta de control

Programa de operación.

- Operación automática continua
- Horario: Dependiente de radiación solar
- Supervisión remota 24/7
- Personal permanente estimado: 8-12 personas

Mantenimiento.

Preventivo.

- Limpieza de módulos: 3-5 veces por año
- Inspección termográfica anual
- Revisión eléctrica semestral
- Mantenimiento a inversores anual

Correctivo.

- Sustitución de módulos dañados
- Cambio de inversores (vida útil 12-15 años)
- Reparación de cableado

No se generan descargas residuales industriales.

Sustancias utilizadas

No peligrosas

- Agua para limpieza (consumo estimado anual: 8,000-12,000 ms)
- Grasas y lubricantes menores para mantenimiento

Almacenamiento máximo:

- Tanque de agua: 50-100 ms

Peligrosas (en cantidades mínimas)

- Aceite dieléctrico en transformadores
  - Capacidad por transformador: 8,000-15,000 litros
  - Contención secundaria impermeabilizada

No se almacenan combustibles de manera permanente.

II.6.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Una vez concluida la vida útil (25 años) y el periodo contratado se procederá a iniciar el desmantelamiento de las instalaciones, hasta llegar a la limpieza y restauración del sitio. Si por el contrario se llegará a un acuerdo con los propietarios del predio, se continuará con la operación del parque, no si antes establecer los nuevos contratos y convenios con los propietarios de la tierra.

Logrado lo anterior (continuar con la operación) se iniciaran y ejecutarán las medidas que permitan continuar con el uso de las instalaciones, las cuales iniciaran con actividades de mantenimiento preventivo y correctivo para cada uno de los sistemas que permitirán el funcionamiento adecuado de todo el conjunto.

II.6.5 Residuos.

Residuos Sólidos Orgánicos (este tipo de residuos se espera sea generado en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).

Los residuos de este tipo serán básicamente integrados por material vegetal generados por las actividades de limpieza y los desperdicios o restos de alimentos no consumidos por los trabajadores empleados. Es de esperarse que no se genere gran cantidad de este tipo de residuos debido a que la vegetación que requerirá ser removida no será abundante y está conformada básicamente desechos de cosechas, además de especies herbáceas y algunos arbustos.

Respecto al sobrante de los alimentos, es de esperarse que la cantidad igualmente sea limitada en función del número de trabajadores que se empleará. En términos generales, los residuos de este tipo, que se generen por la implementación de la obra, no conferirán problemas ambientales o de salud pública, básicamente por la cantidad generada, en

caso de que sean abandonados, ya que las características del medio circundante incidirán directamente en la velocidad de descomposición y reintegración de sus componentes. Los residuos resultantes de la remoción de la vegetación se trazarán y esparcirán en las áreas verdes de las instalaciones. De esta forma, al utilizar el material vegetativo para estos fines, se puede colaborar a la recuperación de otros suelos.

Residuos Sólidos Urbanos Inorgánicos (este tipo de residuos se espera sea generado en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).

Los residuos de este tipo estarán integrados por materiales sintéticos y serán generados en su totalidad por parte de los trabajadores empleados en la obra. Los más comunes serán empaques, bolsas, botellas, envases, plásticos, tapas, etiquetas, metales, Estos residuos serán colocados en contenedores asignados especialmente para alojar este tipo de desechos, los cuales deberán ser trasladados en su totalidad al sitio de disposición que sea indicado por alguna autoridad estatal. Deberá asegurarse que no se abandone ningún residuo de este tipo en el área. La cantidad a generar de este tipo de materiales dependerá de que tanto producto sea trasladado al sitio de la obra por parte de los trabajadores.

Durante la fase de operación y mantenimiento, este tipo de residuos serán generados comúnmente por los trabajadores. El promovente del proyecto, deberá colocar contenedores para depositar los residuos inorgánicos de manera separada para facilitar su manejo y reintegración a las cadenas productivas cuando se realice su disposición final.

Dichos contenedores deberán estar plenamente identificados con la leyenda residuos inorgánicos., el contenido colectado en los contenedores una vez llenos deberá ser trasladado en su totalidad al sitio de disposición autorizado.

Residuos peligrosos (este tipo de residuos podrían ser generados en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).

Será factible de generar trapos, papeles o cartones manchados con hidrocarburos, combustibles o solventes o pinturas, tierra o suelo contaminado por algún derrame accidental de hidrocarburos (por presencia de maquinaria pesada), combustibles o solventes, aceite lubricante, combustible contaminando, botes de pintura o brochas manchadas con solventes o pinturas. El promovente deberá capacitar al personal a su cargo respecto a la manera adecuada de manejar los residuos que posean alguna característica de peligrosidad (características CRETI: Corrosivas, Reactivas, explosivas, Tóxicas, Inflamables). En caso de que se generen, el desarrollador deberá

II.6.6 Generación de gases efecto invernadero.

Las instalaciones de los parques solares no generan gases de ningún tipo que puedan provocar el efecto invernadero.

II.6.6.1 Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero.

Los tipos de emisiones que serán generadas en las distintas etapas de la implementación de la obra serán las provenientes de fuentes móviles tales como vehículos utilitarios (autos, camionetas o camiones) o maquinaria que utilicen gasolina o diésel como combustible.

Básicamente estarán conformadas por la combustión incompleta de los combustibles empleados y se manifestarán como: Hidrocarburos totales (HC), Monóxido de Carbono (CO), Oxígeno (O2), Dióxido de carbono (CO2), Óxidos de nitrógeno (Nox), Hidrocarburos evaporativos no quemados (HCev) o Mezcla de Hidrocarburos que excluye al metano (HCNM), además de Partículas suspendidas (PS), las cuales son residuos de una combustión incompleta compuestas de carbón, cenizas y de fragmentos de materia que se emiten a la atmósfera en fase líquida o sólida a través del escape de un vehículo con motor a diésel.

La única manera por la que podrá controlarse las características de las emisiones antes mencionadas será el hecho de someter a cada uno de los automotores empleados a mantenimientos preventivos y correctivos en talleres mecánicos que posean Número de Registro Ambiental (NRA), emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT. En caso de que de manera visual se detecte que está generando emisiones contaminantes (humo negro o humo azul) se deberá suspender el uso del automotor y someterlo a que se le efectúe el correspondiente mantenimiento correctivo. Las emisiones contaminantes serán generadas tanto durante la construcción como en la operación del proyecto, en este sentido no es posible determinar cuánto se generará de emisiones ya que esta es una variable dependiente del número de automotores que se empleen en la obra y cuantos la utilicen una vez ya en operación.

Otra manifestación de emisiones a la atmósfera será aquella generada durante el traslado de material agregado al área del proyecto desde el punto de venta (bancos de material). Lo anterior podrá controlarse con el uso de lonas sobre la carga de los camiones de volteo o bien humedeciendo de manera uniforme las capas superficiales antes de realizar el traslado. No se operarán fuentes fijas.

II.6.6.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros.

En todas las etapas del proyecto se estarán generando gases de manera continua, esto producto únicamente de las emisiones de vehículos que durante cada una de la etapa de proyecto estarán dentro del parque, es necesario mencionar que la cantidad de

vehículos automotores o maquinaria será muy limitada como para que produzcan o generen un problema ambiental.

Las etapas de preparación del sitio y la de construcción, serán las que concentran a un mayor número de vehículos los cuales no será mayor a 20 sin estar todos concentrados en el área al mismo tiempo.

La etapa de operación concentra tan solo a los vehículos de los empleados, los cuales estarán estacionados por el total de las horas laborables de los empleados, ocasionalmente el parque será visitado por personal de mantenimiento los cuales utilizarán uno o dos vehículos durante sus actividades.

En estas tres etapas se establecerá un programa de control de emisiones producto de los vehículos automotores y de maquinaria, los cuales mediante bitácoras demostraran los mantenimientos preventivos y correctivos de los mismos.

Para la etapa de abandono del sitio, las emisiones a la atmósfera serán relativamente parecidas a las de preparación del sitio, es decir al inicio del desmantelamiento de la infraestructura se podrá observar una cantidad de vehículos entre 15 y 20 que estarán realizando las labores de desmantelamiento y limpieza de terreno, no siendo de alta concentración, ya que no todos los vehículos se encontrarán en operación al mismo tiempo.

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES





2026

entos de

CONTENIDO

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES....3

III.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)....3

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ) 16

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Corregidora (POELMC) 44

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Huimilpan (POEH) 52

III.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas. 62

III.2.1 Áreas Naturales Protegidas y Prioritarias a Nivel Federal, Estatal y Municipal....62

III.3 Regiones Prioritarias....63

III.3.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)....63

III.3.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)....64

III.4 Normas Oficiales Mexicanas. 65

III.5 Otros instrumentos a considerar....69

III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)....69

III.5.2 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 72

III.5.2 Leyes y sus Reglamentos....74

III.5.3 Convenios o Tratados Internacionales. 89

III.5.3.1. Convenios o tratados internacionales tales como CITES, tratados Fronterizos. 89

III.5.3.2. El acuerdo de Paris (AP) 90

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

III.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Tal y como se señala en su texto, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el viernes 7 de septiembre de 2012; esté instrumento; *no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales*. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, a continuación, se señala la descripción establecida en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes".

El POEGT está integrado por una regionalización ecológica, en la cual se identifican las áreas de atención prioritaria y así como las de aptitud sectorial; además de los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, reforestación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a cada regionalización. El Proyecto denominado ***SAN PEDRO SOLAR*** y que será evaluado por este estudio, se encuentra localizado en el POEGT dentro de la región ecológica 18.20 (UAB 52. llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo y UAB 55 Sierras mil Cumbres) (Figura III.1).

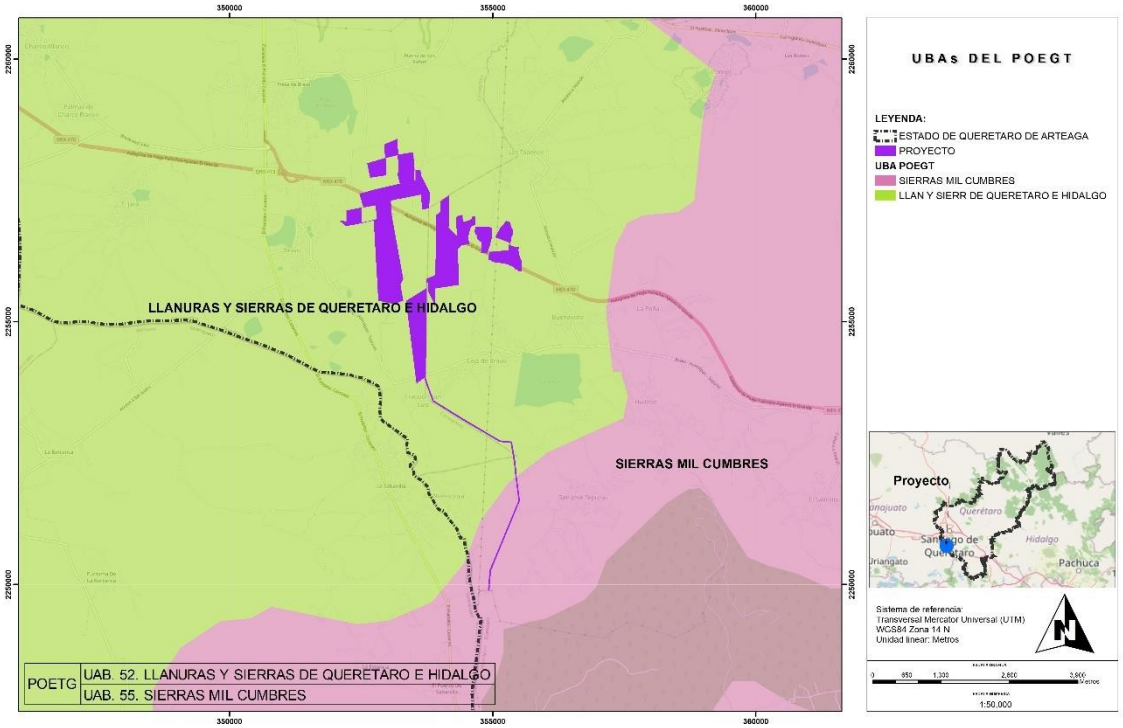


Figura III.1. Ubicación del Proyecto dentro de la Región Ecológica 18.20 (UAB 52 y UAB 55) del POEGT.

A continuación, se presenta las características de la Región Ecológica 18.20:

Tabla III.1. Características de la Región Ecológica 18.20 del POEGT.

REGIÓN ECOLÓGICA: 18.20 **Unidad Ambiental Biofísica que la compone:** **52 Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.**	
Localización: Sur de Hidalgo y Querétaro.	
Superficie en km²: 14,532.32	**Población Total:**
	Población indígena: Mazahua-Otomí

REGIÓN ECOLÓGICA: 18.20 **Unidad Ambiental Biofísica que la compone:** **52 Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.**		
	3,054,540 hab.	
Estado Actual del Medio Ambiente 2008: No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de muy alta a alta. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km^2): Alta. El uso de suelo es Agrícola, Otro tipo de vegetación y Pecuario. Déficit de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 88.5. Media marginación social. Medio índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Alto indicador de consolidación de la vivienda. Alto indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto 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: Media.		

Tabla III.2. Características de la Región Ecológica 18.17 del POEGT.

REGIÓN ECOLÓGICA: 18.17 **Unidad Ambiental Biofísica que la compone:** **55. Sierras Mil Cumbres.**	
Localización: Noreste de Michoacán, sureste de Guanajuato y oeste del Estado de México.	
Superficie en km^2: 8,226.41	**Población Total:** 767,591 hab. / **Población indígena:** Mazahua - Otomí
Estado Actual del Medio Ambiente 2008: Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. Baja superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km^2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 85. Media marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de transición. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.	
Escenario al 2033: Inestable.	

Tabla III.3. Política y estrategias sectoriales de la UAB 52. Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo y UAB 55 Sierras mil Cumbres.

UBA	Rectores de Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados al Desarrollo	Otros Sectores de Interés	Estrategias Sectoriales
52	Forestal Preservación de Flora y Fauna	Agricultura Desarrollo Social Ganadería Minería		PEMEX	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
55	Forestal	Desarrollo social, minería	Agricultura Ganadería	PEMEX SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 18, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Tabla III.4. Política y estrategias sectoriales de la UAB 52. llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo y UAB 55 Sierras mil Cumbres.

Estrategias. UAB 52 y 55	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	**1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.**
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia; ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico, sin embargo, el proyecto promoverá la preservación de los ecosistemas y su biodiversidad al ocupar solo las superficies manifestadas en el presente estudio.
	2. Recuperación de especies en riesgo.
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia; ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico. En el área de estudio en donde se pretende llevar a cabo las obras del mismo, no se registraron especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, para la fauna si fueron registradas especies en esta norma y estas pueden ser consultadas en el Capitulo IV de este estudio técnico.

Estrategias. UAB 52 y 55	
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia; ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no en el análisis y monitoreo de ecosistemas y de su biodiversidad. No obstante, como parte de los resultados del presente estudio se revela datos acerca de la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del área pretendida para el área bajo evaluación (Ver Capítulo IV de este estudio técnico).
B) Aprovechamiento sustentable	**4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.**
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia; ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico, este no pretende realizar en ningún momento el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia; ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico, este no pretende el aprovechamiento de suelos agrícolas y pecuarios.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia; ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no en el establecimiento de obras hidroagrícolas.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia; ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no pretende realizar en ningún momento el aprovechamiento de los recursos forestales.

Estrategias. UAB 52 y 55	
	8. Valoración de los servicios ambientales.
	Vinculación con el proyecto. El proyecto mantendrá áreas en donde quedarán intacto el suelo natural y se establecerá cubierta vegetal con especies de flora nativa; mismas que seguirán prestando una serie de funciones ecológicas importantes y continuarán prestando servicios ambientales de importancia en la región, tales como la protección, formación y regulación de los nutrimentos del suelo, infiltración de agua, entre otros.
C) Protección de los recursos naturales	**12. Protección de los ecosistemas.**
	Vinculación con el proyecto. El proyecto mantendrá áreas en donde quedarán intacto el suelo natural y se establecerá cubierta vegetal con especies de flora nativa; mismas que seguirán prestando una serie de funciones ecológicas importantes y continuarán prestando servicios ambientales de importancia en la región, tales como la protección, formación y regulación de los nutrimentos del suelo, infiltración de agua, entre otros.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
	Vinculación con el proyecto. No aplica; ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no consiste en desarrollar actividades agrícolas, la cual implique el uso de agroquímicos o biofertilizantes.
D) Restauración	**14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.**
	Vinculación con el proyecto. No aplica de manera estricta, ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
E) 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.**
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia, ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no a la aplicación de los Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social.

Estrategias. UAB 52 y 55	
producción y servicios	**15 Bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.**
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia, ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no es del giro minero.
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia, ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no es del sector hidrocarburos.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda	**24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio**
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia, ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no es del sector inmobiliario por lo que no se considera ningún rubro relacionado con este sector.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	**25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.**
	Vinculación con el proyecto. El proyecto contribuye a la prevención y atención de los riesgos naturales mediante la implementación de medidas de gestión ambiental y protección civil, desarrolladas en coordinación con las autoridades competentes y la sociedad. Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se contemplan acciones para la prevención de incendios, el manejo adecuado de la vegetación, el control de la erosión, la atención de contingencias por fenómenos hidrometeorológicos y la capacitación del personal en materia de respuesta a emergencias. Asimismo, el proyecto promueve la coordinación con Protección Civil y las comunidades locales para fortalecer la cultura de prevención y reducir la vulnerabilidad ante eventos naturales, contribuyendo al desarrollo de infraestructura energética resiliente y ambientalmente responsable.
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.
	Vinculación con el proyecto. El proyecto contribuye a la reducción de la vulnerabilidad física mediante el diseño, construcción y operación de infraestructura que cumple con criterios de seguridad estructural, protección civil y resiliencia frente a fenómenos naturales. Las obras consideran las condiciones geotécnicas, hidrológicas y climáticas del sitio para disminuir riesgos asociados a inundaciones, vientos intensos, incendios y otros eventos naturales. Asimismo, incorpora

Estrategias. UAB 52 y 55	
	medidas preventivas, programas de mantenimiento y protocolos de atención a emergencias que fortalecen la seguridad de las instalaciones, del personal y de las comunidades cercanas, favoreciendo un desarrollo energético sustentable y con menor exposición a riesgos.
C) Agua y saneamiento	**27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.**
	Vinculación con el proyecto. El proyecto contribuirá indirectamente al fortalecimiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento mediante la implementación de medidas para el uso eficiente del agua y el manejo adecuado de las aguas residuales generadas durante las etapas de construcción y operación. El proyecto no demanda volúmenes significativos de agua para su funcionamiento, incorpora infraestructura sanitaria temporal o permanente conforme a la normatividad aplicable y evita la descarga de aguas residuales sin tratamiento, reduciendo la presión sobre la infraestructura hidráulica existente y favoreciendo la protección de la calidad de los recursos hídricos de la región.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.
	Vinculación con el proyecto. El proyecto consolidará la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico mediante la implementación de medidas destinadas a prevenir la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas durante todas las etapas del proyecto. La operación del parque fotovoltaico requiere un consumo reducido de agua, destinado principalmente a actividades de mantenimiento, por lo que no representa una presión significativa sobre la disponibilidad del recurso hídrico. Asimismo, el proyecto contempla el manejo adecuado de residuos, combustibles y aguas residuales, el mantenimiento preventivo de la maquinaria y la aplicación de medidas de control de la erosión y escurrimientos, contribuyendo a la conservación de la calidad del agua y al aprovechamiento sustentable del recurso en la región.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
	Vinculación con el proyecto. El proyecto es congruente con este objetivo, ya que la generación de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica requiere un consumo mínimo de agua durante su etapa de operación, a diferencia de las centrales termoeléctricas convencionales que utilizan grandes volúmenes para procesos de enfriamiento. De esta manera, el proyecto contribuye al uso eficiente y a la conservación del recurso hídrico, favoreciendo su disponibilidad para otros usos prioritarios, como el abastecimiento de la población, las actividades agropecuarias y la conservación de los ecosistemas.

Estrategias. UAB 52 y 55	
D) 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.**
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia, ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no es del sector inmobiliario por lo que no se considera ningún rubro relacionado con este sector.
	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.
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia, ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no es del sector inmobiliario por lo que no se considera ningún rubro relacionado con este sector.
E) Desarrollo Social	**35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.**
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia, ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no consiste en la inducción de acciones de mejora de la seguridad social en la población rural.
	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.
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia, ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no un proyecto agroalimentario.
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
	Vinculación con el proyecto. El proyecto contribuirá a la integración de mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo mediante la generación de oportunidades de empleo temporal durante las etapas de preparación del sitio

Estrategias. UAB 52 y 55	
	y construcción, así como de empleos permanentes durante la operación y mantenimiento. En los procesos de contratación se promoverá la igualdad de oportunidades, privilegiando, cuando el perfil lo permita, la participación de habitantes de las localidades y núcleos agrarios vinculados al proyecto, incluyendo mujeres y personas pertenecientes a grupos vulnerables, fortaleciendo la economía local y favoreciendo un desarrollo regional incluyente.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
	Vinculación con el proyecto. El proyecto contribuirá a la integración de mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo mediante la generación de oportunidades de empleo temporal durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como de empleos permanentes durante la operación y mantenimiento. En los procesos de contratación se promoverá la igualdad de oportunidades, privilegiando, cuando el perfil lo permita, la participación de habitantes de las localidades y núcleos agrarios vinculados al proyecto, incluyendo mujeres y personas pertenecientes a grupos vulnerables, fortaleciendo la economía local y favoreciendo un desarrollo regional incluyente.
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.
	Vinculación con el proyecto. El proyecto contribuirá al fortalecimiento del bienestar y al acceso a los servicios de salud mediante la afiliación del personal contratado a los sistemas de seguridad social conforme a la legislación aplicable y la difusión de medidas preventivas en materia de salud. Asimismo, la generación de empleos e ingresos para la población local favorece el acceso de las familias a servicios de salud, beneficiando de manera indirecta a mujeres, niñas, niños y otros grupos en condición de vulnerabilidad.
	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.
	Vinculación con el proyecto. El proyecto contribuirá indirectamente al cumplimiento de este objetivo mediante el

Estrategias. UAB 52 y 55	
	fortalecimiento de la economía de las localidades donde se desarrolla, a través de la generación de empleos, la contratación de bienes y servicios locales y el impulso a actividades económicas regionales. Asimismo, durante la ejecución del proyecto se promoverán principios de inclusión, igualdad de oportunidades y respeto a los derechos humanos en las relaciones con las comunidades, favoreciendo la participación de los distintos sectores de la población y apoyando, en su caso, acciones de responsabilidad social que beneficien a grupos en situación de vulnerabilidad, incluyendo a las personas adultas mayores.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
	Vinculación con el proyecto. El proyecto contribuirá al fortalecimiento del bienestar y al acceso a los servicios de salud mediante la afiliación del personal contratado a los sistemas de seguridad social conforme a la legislación aplicable y la difusión de medidas preventivas en materia de salud. Asimismo, la generación de empleos e ingresos para la población local favorece el acceso de las familias a servicios de salud, beneficiando de manera indirecta a mujeres, niñas, niños y otros grupos en condición de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	**42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.**
	Vinculación con el proyecto. El proyecto se vincula con este objetivo al desarrollarse sobre predios cuya situación jurídica y régimen de propiedad han sido previamente verificados, garantizando el respeto a los derechos de propiedad rural y de tenencia de la tierra. Para su implementación se formalizan los instrumentos legales correspondientes con los propietarios, ejidos o comunidades, según el régimen de propiedad aplicable, asegurando que el uso del suelo se realice con apego a la legislación agraria vigente y respetando los derechos de los legítimos poseedores de la tierra.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	**43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.**
	Vinculación con el proyecto. No aplica dicha estrategia, ya que el proyecto consiste en la evaluación de los impactos ambientales para la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no acerca de la Integración, modernización y

Estrategias. UAB 52 y 55	
	mejoramiento del acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.
	Vinculación con el proyecto. El proyecto contribuirá al ordenamiento territorial y al desarrollo regional al ubicarse en un sitio cuya viabilidad es evaluada con base en los instrumentos de planeación territorial, ordenamiento ecológico y desarrollo urbano aplicables. Su ejecución se realiza en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales competentes, mediante la obtención de las autorizaciones y permisos correspondientes, así como considerando los mecanismos de participación y comunicación con los propietarios y las comunidades vinculadas al proyecto. De esta manera, el proyecto favorece un desarrollo ordenado del territorio, compatible con los usos de suelo autorizados y con los objetivos de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ).

El POEREQ es un instrumento de política ambiental que tiene como finalidad regular e inducir el uso del territorio estatal con base en sus características ecológicas, sociales y económicas, promoviendo un desarrollo sustentable. Mediante la identificación de unidades de gestión ambiental (UGA), el programa establece criterios, lineamientos, estrategias y acciones para orientar la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como la localización de actividades productivas e infraestructura.

El POEREQ busca prevenir conflictos entre las actividades humanas y el medio ambiente, disminuir los procesos de degradación ambiental, conservar la biodiversidad y fortalecer la resiliencia de los ecosistemas. Asimismo, constituye un instrumento de referencia para la evaluación ambiental de proyectos de desarrollo, permitiendo determinar su compatibilidad con los objetivos y políticas de ordenamiento ecológico aplicables a cada Unidad de Gestión Ambiental (UGA). Según el POEREQ el proyecto en cuestión tiene incidencia en las UGAs; UGA_214, UGA_215, UGA_223, UGA_238, UGA_241 y UGA_243 tal como se puede observar a continuación en la siguiente imagen.

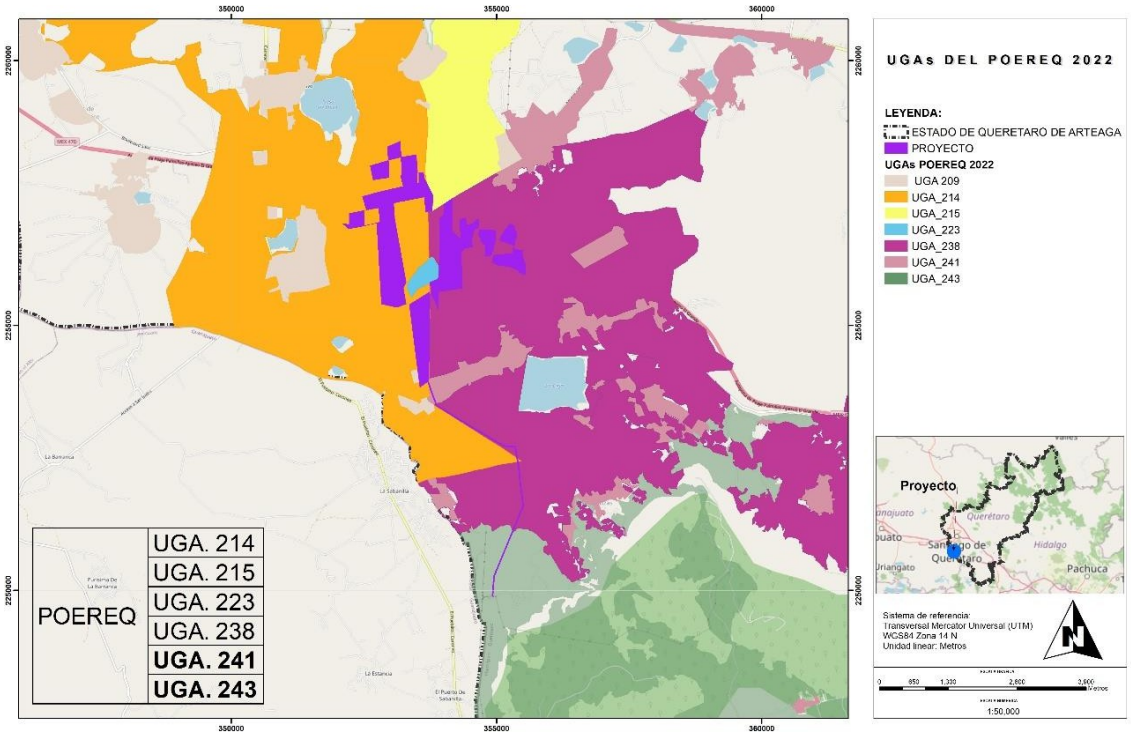


Figura III.2. Ubicación del Proyecto con respecto al POEREQ.

A continuación, se presentan las políticas y estrategias de las UGAS del POEREQ en las que incide el proyecto.

Tabla III.5. Política y estrategias de las UGAs 214, 215, 223, 238, 241 y 243 del POEREQ.

UGA	Nombre	Política	Área (ha)	Lineamientos	Estrategias	Criterios
214	Zona de aprovechamiento sustentable Centro-Sur de Corregidora	Aprovechamiento sustentable	3906.397	LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08, LG09, LAS01, LAS02, LAS03, LAS04, LAS05	EG01,02,03,04,05,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18-EPC04,06,07,08,09,10,11,12,13,16,-ER01,02,03,04,05,06,07-EAS01,02,03,04,05,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18-EDU03,05,06,07,08	CG01-CG10 y todos aquellos que la autoridad competente considere pertinente durante la evaluación del proyecto, obra o acción a realizarse en el territorio.
215	Zona de aprovechamiento sustentable Este de Corregidora	Aprovechamiento sustentable	180.851	LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08, LG09, LAS01, LAS02, LAS03, LAS04, LAS05	EG01,02,03,04,05,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18-EPC04,06,07,08,09,10,11,12,13,16-ER01,02,03,04,05,06,07-EAS01,02,03,04,05,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18-EDU03,05,06,07,08	CG01-CG10 y todos aquellos que la autoridad competente considere pertinente durante la evaluación del proyecto, obra o acción a realizarse en el territorio.
223	Bordo Ascensión	Protección	22.932	LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08,	EG01,02,03,04,05,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18-EPC01,02,03,04,0	CG01-CG10 y todos aquellos que la

UGA	Nombre	Política	Área (ha)	Lineamientos	Estrategias	Criterios
				LG09-LP01, LP02	5,06,07,08,09,10,11,12,13,16-ER02,03,06,07-EAS03,05,07,08,09,11,13-EDU08	autoridad competente considere pertinente durante la evaluación del proyecto, obra o acción a realizarse en el territorio.
238	Zona de aprovechamiento sustentable Sur- poniente de Huimilpan	Aprovechamiento sustentable	3776.334	LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08, LG09, LAS01, LAS02, LAS03, LAS04, LAS05	EG01,02,03,04,05,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18-EPC04,06,07,08,09,10,11,12,13,16,17,18-ER01,02,03,04,05,06,07-EAS01,02,03,04,05,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18-EDU03,05,06,07,08-	CG01-CG10 y todos aquellos que la autoridad competente considere pertinente durante la evaluación del proyecto, obra o acción a realizarse en el territorio.
241	Zona Urbana de Huimilpan	URBANA	4584.106	LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08, LG09, LDU01, LDU02, LDU03, LDU04, LDU05, LDU06	EG01,02,03,04,05,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18-EPC04,06,07,11,12,13,14,16,17-ER02-EAS05,07,09,10,11,12-EDU01,02,03,04,05,06,07,08	CG01-CG10 y todos aquellos que la autoridad competente considere pertinente durante la evaluación del proyecto,

UGA	Nombre	Política	Área (ha)	Lineamientos	Estrategias	Criterios
						obra o acción a realizarse en el territorio.
243	Tepuzan-San Pedro	Restauración	3020.034	LG01, LG02, LG03, LG04, LG05, LG06, LG07, LG08, LG09, LDU01	EG01,02,03,04,05,06,07,08,09,10,11,12,13,14,15,16,17,18-EPC04,06,07,11,12,13,14,16,17-ER01,02,03,04,05,06,07-EAS05,07,08,11,13,14-EDU03,08	CG01-CG10 y todos aquellos que la autoridad competente considere pertinente durante la evaluación del proyecto, obra o acción a realizarse en el territorio.

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con las UGAs 214, 215, 223, 238, 241 y 243 con los lineamientos generales del POEREQ.

UGA	lineamientos generales		Vinculación con el proyecto
214,215,223,238,241 y 243	LG01	Garantizar en los ecosistemas la permanencia de: a) La estructura (tipos de vegetación, heterogeneidad espacial, distribución y conectividad); b) La composición (riqueza y abundancia de especies); y c) La función (procesos hidrológicos y geomorfológicos).	El proyecto se desarrollará bajo criterios de sustentabilidad que contribuirán a garantizar la permanencia de la estructura, composición y función de los ecosistemas presentes en el área de influencia. Durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento se implementarán

UGA	lineamientos generales		Vinculación con el proyecto
			medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental encaminadas a conservar, en la medida de lo posible, la estructura del ecosistema.
	LG02	Proteger, conservar y aprovechar la diversidad biológica, patrimonio natural, cultural e histórico de forma responsable, mediante la aplicación de medidas y acciones que propicien la continuidad de los procesos y servicios ambientales.	El proyecto aplicara una serie de medidas orientas a la protección y conservación de los recursos biológicos como son
	LG03	Consolidar una conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio en la población, fomentando la educación ambiental a través de diferentes estrategias de comunicación.	Este lineamiento no es aplicable al proyecto toda vez que le corresponde al municipio la consolidación de una conciencia ambiental.
	LG04	Proteger los manantiales, cuerpos de agua, zonas de infiltración, escurrimientos y cauces en el territorio, mediante acciones para la conservación, restauración, mantenimiento y recuperación, para posibilitar el equilibrio hidrológico y disminuir el abatimiento de los acuíferos.	No existen cuerpos de agua cercanos al área de estudio por lo que este lineamento no es aplicable al proyecto.
	LG05	Regular, controlar y manejar el flujo y saneamiento de aguas residuales descargadas en aguas, bienes nacionales y en los ecosistemas de alcantarillado, para que no rebasen los limites permisibles de contaminantes.	El presente lineamiento no es aplicable al proyecto, ya que, debido a su naturaleza, no se generarán descargas de aguas residuales al suelo ni a cuerpos receptores. Para satisfacer las necesidades

UGA	lineamientos generales		Vinculación con el proyecto
			sanitarias del personal durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, se instalarán letrinas móviles, cuyo mantenimiento, recolección y disposición final de las aguas residuales estarán a cargo de la empresa especializada y autorizada para la prestación de este servicio. En consecuencia, el proyecto no contempla la descarga directa de aguas residuales al ambiente.
	LG06	Apegar el tratamiento y disposición de residuos generados en el Estado, a lo establecido en las disposiciones legales vigentes correspondientes.	El proyecto se apegará a las disposiciones legales correspondientes.
	LG07	Mantener la representatividad y conectividad de los ecosistemas naturales presentes en la UGA, así como fomentar el uso de especies nativas en forestaciones, reforestaciones y creación de áreas verdes.	Para los trabajos de reforestación solo se hará uso de especies nativas.
	LG08	Promover acciones para la retención y recuperación de los suelos en las zonas degradadas y las áreas más susceptibles a la erosión.	Las áreas que no se ocuparán por obras del proyecto permanecerán con vegetación natural promoviendo así la recuperación de suelos.
	LG09	Controlar y prevenir la contaminación de los	El proyecto contempla medidas para la prevención prevenir la

UGA	lineamientos generales		Vinculación con el proyecto
		recursos agua, suelo y atmosfera.	contaminación de los recursos agua, suelo y atmosfera

Tabla III.7. Vinculación del proyecto con la UGA 223 con los lineamientos de protección del POEREQ.

UGA	Lineamientos de protección		Vinculación con el proyecto
223	LP01	Proteger y mantener la diversidad biológica, así como la cobertura vegetal de la UGA, propiciando la continuidad de las estructuras, la composición, los procesos, así como el mantenimiento de los servicios ambientales que presentan los ecosistemas existentes.	El proyecto contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental orientadas a conservar la diversidad biológica y mantener, en la mayor medida posible, la funcionalidad ecológica del área de influencia. Desde la etapa de diseño se optimizó la distribución de la infraestructura para reducir la superficie de intervención, evitando la afectación innecesaria de áreas con mayor valor ecológico y conservando la vegetación que no resulte indispensable remover para la instalación de los módulos fotovoltaicos, caminos de acceso e infraestructura asociada. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se implementarán acciones para minimizar la alteración de la cobertura vegetal y proteger la fauna silvestre y fauna cuando resulte procedente, la delimitación de las áreas de trabajo, así como el

UGA	Lineamientos de protección		Vinculación con el proyecto
			control del tránsito de maquinaria
	LP02	Consolidar la protección de la UGA mediante el decreto de Área Natural Protegida de carácter federal, estatal o municipal, y la elaboración y ejecución del correspondiente programa de manejo.	Este lineamiento no es aplicable al proyecto, le corresponde a la autoridad competente la declaración de decretos de Áreas Naturales Protegidas

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con la UGA 241 con los lineamientos generales del POEREQ.

Lineamientos de desarrollo urbano		Vinculación con el proyecto
LDU01	Propiciar un desarrollo urbano sustentable, de acuerdo a la subzonificación y temporalidad de proyección de crecimiento de los instrumentos de planeación de desarrollo urbano vigentes. Así como disminuir los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas, teniendo en cuenta los aspectos ambientales, culturales y sociales, ligados al uso actual del suelo, a través de la aplicación de los criterios de regulación ecológica. Por lo que en las áreas de protección ambiental deberán mantenerse, de conformidad con lo previsto en la legislación ambiental aplicable y el programa de ordenamiento ecológico correspondiente. En las zonas declaradas como áreas naturales protegidas, se estará a lo que establezca su decreto y programa de manejo correspondiente, así como a la respectiva opinión técnica de la autoridad competente para su administración.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no es de desarrollo urbano, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
LDU02	Promover el adecuado desarrollo de los usos compatibles minimizando los conflictos ambientales mediante una adecuada distribución de la infraestructura, equipamiento y servicios, reduciendo los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas y teniendo en	El diseño del parque contempla una adecuada ubicación de los módulos fotovoltaicos, caminos internos sin pavimentación e infraestructura eléctrica, aprovechando las características del sitio y evitando, en la medida de lo

Lineamientos de desarrollo urbano		Vinculación con el proyecto
	cuenta aspectos culturales y sociales ligados al uso actual del suelo.	posible, la afectación de elementos ambientales relevantes, áreas con vegetación de mayor valor ecológico, cauces naturales y zonas con restricciones ambientales. Asimismo, la infraestructura se concentrará en las áreas estrictamente necesarias para reducir la fragmentación del hábitat y conservar la funcionalidad ambiental del predio. De igual forma, durante las etapas de construcción y operación se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación orientadas a reducir los impactos derivados de las actividades antrópicas, incluyendo el manejo adecuado de residuos, el control de emisiones de polvo y ruido, la protección del suelo y de la vegetación remanente, así como la conservación de la conectividad para la fauna silvestre.
LDU03	Promover el uso eficiente del agua potable en la UGA urbana y fortalecer la capacidad de tratamientos de agua residuales para su reuso.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no es de desarrollo urbano, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico, por lo que no se pretende el uso de agua potable.
LDU04	Proteger, conservar y reforestar las zonas verdes urbanas, que permitan fortalecer los servicios ambientales de la UGA.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no es de desarrollo urbano, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
LDU05	Apegar el tratamiento y disposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en el estado, a lo establecido en la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro y en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.	El proyecto contempla la implementación de un Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos, mediante el cual se establecerán las acciones para la adecuada separación, almacenamiento temporal, manejo, transporte y

Lineamientos de desarrollo urbano		Vinculación con el proyecto
		disposición final de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos que se generen durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y, en su caso, desmantelamiento del proyecto.
LDU06	Mantener la calidad del aire por debajo de los límites permisibles de contaminantes establecidos en las Normas Oficiales correspondientes.	El proyecto pretende incorporar medidas de prevención, mitigación y control destinadas a mantener la calidad del aire durante todas sus etapas de desarrollo. Debido a la naturaleza del proyecto, la generación de emisiones atmosféricas se limitará principalmente a las etapas de preparación del sitio y construcción, derivadas de la operación de maquinaria y vehículos, así como de la emisión de partículas por el tránsito sobre caminos sin pavimentar y el movimiento de materiales. Con el propósito de minimizar estas emisiones, se implementarán medidas como el riego periódico de caminos y áreas de trabajo para controlar la dispersión de polvo, el mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos para garantizar una combustión eficiente, la limitación de la velocidad de circulación dentro del predio, el transporte de materiales con lonas de protección cuando sea necesario y la reducción al mínimo del tiempo de operación de los equipos. Durante la etapa de operación, el parque fotovoltaico no contempla procesos industriales, de combustión ni emisiones significativas de contaminantes a la atmósfera,

Lineamientos de desarrollo urbano		Vinculación con el proyecto
		ya que la generación de energía eléctrica mediante tecnología fotovoltaica no produce emisiones directas de gases criterio, partículas o gases de efecto invernadero durante su funcionamiento. En consecuencia, las emisiones atmosféricas asociadas a esta etapa serán mínimas y estarán restringidas al tránsito ocasional de vehículos para labores de inspección y mantenimiento.

Tabla III.9. Vinculación del proyecto con las UGAs 214, 215, 223, 238, 241 y 243 con los lineamientos de aprovechamiento sustentable del POEREQ.

UGA	Lineamientos de Aprovechamiento Sustentable		Vinculación con el proyecto
214,215 y 238	LAS01	Consolidar las actividades primarias del territorio, a partir de la incorporación de prácticas agroecológicas y agrosilvopastoriles, propiciando la continuidad de los procesos productivos mediante el uso eficiente de los recursos naturales que incremente la rentabilidad de dicha actividad. Fomentar la tecnificación que maximice el aprovechamiento de los recursos hídricos y de suelo en dichas actividades.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no es de tipo agrícola, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
	LAS02	Aprovechar sustentablemente el territorio de acuerdo a la aptitud y vocación de la UGA, acompañado de acciones que mitiguen y compensen los impactos ambientales por el aprovechamiento. Las compensaciones derivadas de los impactos ambientales resultantes del desarrollo de actividades antrópicas, deberán considerar los aspectos ambientales, culturales y sociales ligados al uso actual del territorio, mismos que se deberán ejecutar dentro de la zona afectada, de no ser posible, se deberá reasignar a la zona que la autoridad competente valide o determine.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no es de tipo antrópico, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
	LAS03	Fomentar el aprovechamiento sustentable de las actividades extractivas acorde a la legislación vigente, de tal manera que los	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no

UGA	Lineamientos de Aprovechamiento Sustentable		Vinculación con el proyecto
		impactos sobre el pasaje y los ecosistemas sean mínimos, restaurando y rehabilitando las zonas afectadas al finalizar la operación.	incluye actividades extractivas, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
	LAS04	Promover el crecimiento natural de la vivienda rural existente en la UGA, desalentando el desarrollo de nuevos centros de población, fomentando el uso de ecotenias para reducir el impacto ambiental y contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no es de desarrollo urbano, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
	LAS05	Mantener la superficie y conectividad de los parches remanentes de vegetación presentes en la UGA, así como controlar que en los aprovechamientos y usos del territorio no se permita la introducción de especies exóticas de flora y fauna.	El proyecto mantendrá parches remanentes de vegetación, en ellas no se permitirá la introducción de vegetación y fauna exótica.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con las UGAs 214, 215, 223, 238, 241 y 243 con las estrategias generales del POEREQ.

Estrategias generales		Vinculación con el proyecto
EG01	Actualizar la normatividad aplicable en materia ambiental y urbana para dar certeza al aprovechamiento de los recursos naturales y usos de suelo, de acuerdo a las políticas ambientales, aptitudes y vocaciones del suelo, establecido en el presente Programa de Ordenamiento Ecológico.	El proyecto se desarrolla en apego a la legislación ambiental vigente, considerando los instrumentos de ordenamiento ecológico, el uso de suelo, la evaluación de impacto ambiental y demás disposiciones aplicables, asegurando la compatibilidad del proyecto con la aptitud del territorio.
EG02	Generar y operar el programa estatal y los programas municipales para la prevención, gestión integral y que incorporen los principios de la economía circular de los residuos en el estado de Querétaro, de acuerdo a la legislación aplicable.	Durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, privilegiando la reducción, reutilización y reciclaje de materiales, así como la disposición adecuada de residuos conforme a la normatividad aplicable.
EG03	Implementar programas para la captación, almacenamiento, y aprovechamiento de agua de lluvia, así como de tratamiento y reutilización de aguas residuales.	El proyecto contempla un uso eficiente del recurso hídrico mediante el aprovechamiento de agua de lluvia para actividades de mantenimiento, cuando sea viable, así como el manejo adecuado de aguas residuales generadas por el personal mediante

Estrategias generales		Vinculación con el proyecto
		sanitarios portátiles o sistemas autorizados.
EG04	Restringir la disposición de residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales sin tratamiento en sistemas riparios y cuerpos de agua.	El proyecto evitará descargas de aguas residuales y el abandono de residuos sólidos en el sitio, implementando medidas de manejo, almacenamiento temporal y disposición final mediante empresas autorizadas.
EG05	Regular y actualizar el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos o, en su defecto, un sitio de transferencia de residuos.	Todos los residuos sólidos urbanos generados serán separados y enviados a sitios de disposición final autorizados por las autoridades competentes, evitando afectaciones al suelo y a los ecosistemas.
EG06	Diseñar aplicar Programas de Educación Ambiental Estatal y Municipal, enfocados a la problemática ambiental identificada en la Agenda Ambiental del ordenamiento ecológico que corresponda.	Se desarrollarán actividades de capacitación y sensibilización ambiental dirigidas al personal de obra y operación, promoviendo buenas prácticas ambientales, manejo de residuos, protección de flora y fauna y prevención de contingencias ambientales.
EG07	Promover una cultura de denuncia de los delitos ambientales ante las autoridades competentes; así como promover un Programa de Vigilancia Comunitaria que permita la participación sectorial y ciudadana para establecer un sistema efectivo de denuncia de delitos ambientales: la tala clandestina, la caza furtiva, la extracción ilegal de vida silvestre y materiales pétreos.	El proyecto promoverá el cumplimiento de la legislación ambiental y establecerá mecanismos internos para reportar cualquier actividad que represente un riesgo ambiental o afectación a los recursos naturales presentes en el área del proyecto.
EG08	Promover la creación y aplicación de un Programa Estatal de Prevención y Combate de Incendios Forestales, con apoyo de los municipios y la federación.	Se implementará un Programa de Prevención y Atención de Incendios que incluirá capacitación, control de fuentes de ignición, mantenimiento de equipos, disponibilidad de extintores y protocolos de respuesta durante la construcción y operación del parque fotovoltaico.
EG09	Promover la expansión de la cobertura vegetal en las áreas urbanas y periurbanas, el pago por servicios ambientales, forestaciones y reforestaciones como acciones de descarbonización del Estado de Querétaro.	El proyecto contempla la conservación de la vegetación fuera de las áreas estrictamente necesarias para las obras, la restauración de áreas temporalmente afectadas y, en su caso, programas de revegetación con especies nativas para favorecer la recuperación ecológica.

Estrategias generales		Vinculación con el proyecto
EG010	Promover la creación y aplicación de programas para mantener y mejorar los procesos de conservación y aprovechamiento de recursos naturales en territorios indígenas, respetando usos y costumbres.	El desarrollo del parque fotovoltaico promueve la generación de energía limpia con un aprovechamiento sustentable del territorio, incorporando medidas de mitigación que reduzcan los impactos sobre el suelo, la vegetación, la fauna y los recursos naturales.
EG011	Promover y apoyar el desarrollo de proyectos comunitarios para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la prevención de la contaminación.	El proyecto puede contribuir mediante acciones de restauración ambiental, reforestación, educación ambiental y colaboración con comunidades y autoridades locales para fortalecer la conservación del entorno.
EG012	Promover que la reforestación y la creación de áreas verdes se realicen con especies nativas de la región.	Cuando se requiera la restauración de áreas intervenidas o el cumplimiento de medidas de compensación ambiental, ésta se realizará utilizando especies vegetales nativas de la región, favoreciendo la recuperación de la biodiversidad y la funcionalidad del ecosistema.
EG013	Regular y desincentivar la expansión de áreas urbanas cercanas a zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal, así como en zonas de amortiguamiento, recarga de acuíferos, zonas arqueológicas e históricas, áreas naturales protegidas, zonas de conservación, restauración y de riesgo.	La selección del sitio considera la compatibilidad con el ordenamiento ecológico, evitando el establecimiento del proyecto en áreas naturales protegidas, zonas prioritarias para la conservación, recarga de acuíferos, sitios arqueológicos o zonas de alto riesgo, contribuyendo a un desarrollo territorial ordenado.
EG014	Implementar un programa permanente de difusión y socialización del POEREQ, dirigido a la sociedad y los diferentes sectores e instancias gubernamentales.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, toda vez que le corresponde a las autoridades competentes la implementación de programas dirigidos a la sociedad.
EG015	Promover la creación o actualización de los Atlas de Riesgo municipales.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, toda vez que le corresponde a las autoridades competentes la creación de los atlas de riesgos.
EG016	Promover el fortalecimiento de los recursos humanos, técnicos, tecnológicos y de infraestructura de los municipios y las dependencias encargadas del cumplimiento de los objetivos relacionados con el medio ambiente y el logro de las metas establecidas en el programa.	El proyecto es congruente con este criterio, ya que durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento contempla la implementación de programas de gestión ambiental que requieren la participación de personal técnico especializado en materia ambiental, seguridad, monitoreo y cumplimiento normativo. Asimismo, el promovente mantendrá coordinación con las

Estrategias generales		Vinculación con el proyecto
		autoridades municipales y ambientales competentes para el seguimiento de las condicionantes, la atención de inspecciones y la entrega de los informes de cumplimiento que correspondan.
EG017	Crear un fondo o fideicomiso ambiental que permita captar los pagos económicos derivados de las obras y acciones que impactan al medio ambiente para destinarlos a programas, proyectos y estudios para la protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.	El proyecto a pesar de ser un parque fotovoltaico y generar energía a partir de una fuente renovable, pueden ocasionar impactos ambientales durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. En este sentido, el proyecto contempla el cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas por la legislación aplicable, incluyendo la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación y, en su caso, los pagos o aportaciones económicas derivados de las autorizaciones ambientales correspondientes.
EG018	Promover convenios y acuerdos con universidades y centros de investigación para generar estudios o proyectos de investigación, difusión y divulgación que contribuyan a la generación de instrumentos de política ambiental o al conocimiento general del acervo natural del estado para la toma de decisiones enfocadas a la protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos del territorio.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, toda vez que no es un proyecto de investigación, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con las UGAs 214, 215, 223, 238, 241 y 243 con las estrategias de restauración del POEREQ.

UGA	Estrategias de restauración		Vinculación con el proyecto
214,215, 238 y 241	ER01	Promover la recuperación y restauración de los sitios de minería metálica y no metálica que ya cumplieron con sus metas de aprovechamiento.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, toda vez que no es de tipo minero, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.

UGA	Estrategias de restauración		Vinculación con el proyecto
214, 215, 223, 238, 241 y 243	ER02	Crear programas o proyectos de reforestación con especies nativas de la región, con especial atención a UGA de restauración, zonas perturbadas, erosionadas, barrancas, márgenes de arroyos y aquellas zonas que presentan pendientes mayores al 15%.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, sin embargo, en caso de realizar actividades de rescate de flora, estas serán únicamente nativas de la región.
214, 215, 238 y 243	ER03	Promover la implementación de estudios técnicos que establezcan el estado de degradación del medio ambiente, alternativas para la restauración e indicadores que permitan monitorear el desarrollo de las acciones implementadas para la restauración ambiental.	El proyecto contempla la realización de estudios geotécnicos los cuales permitirán monitorear la degradación del medio ambiente.
214, 215, 238 y 243	ER04	Ejecutar programas para el establecimiento de prácticas bioingenieriles de manejo de agua y preservación de suelo, para el control de la erosión hídrica y evitar el avance de la desertificación.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no se pretende realizar prácticas de bioingeniería de manejo de agua.
214, 215, 238 y 243	ER05	Fomentar el aprovechamiento sustentable con un uso eficiente de los recursos naturales e identificar el desarrollo de nuevas actividades productivas compatibles con las actuales, que permitan frenar el deterioro ambiental, congruentes con la vocación del sitio y la disponibilidad de los recursos naturales.	El desarrollo del proyecto considera un uso eficiente del suelo y de los recursos disponibles, implementando medidas de prevención y mitigación ambiental que permiten minimizar los impactos sobre la vegetación, la fauna, el suelo y el recurso hídrico.
214, 215,223, 238, 241 y 243	ER06	Promover la exclusión de ganado en las zonas de restauración, de áreas erosionadas y de zonas que hayan sido recién reforestadas.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo ganadero.
214, 215,223, 238, 241 y 243	ER07	Controlar y vigilar la extracción de recursos naturales y las acciones de mitigación de impacto ambiental de acuerdo a las autorizaciones legales vigentes.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo extractivo de recursos naturales, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.

Tabla III.12. Vinculación del proyecto con las UGAs 214, 215, 223, 238, 241 y 243 con las estrategias de aprovechamiento sustentable del POEREQ.

UGA	Estrategias de aprovechamiento sustentable		Vinculación con el proyecto
214,215	EAS01	Promover la generación de estudios técnicos agroecológicos para determinar intensidad de uso y tipo de cultivo adecuado con el fin de maximizar la productividad y permitir los procesos de resiliencia del agrosistema.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo agroecológico, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
214,215	EAS02	Impulsar la tecnificación de las actividades agropecuarias y la implementación de prácticas agroecológicas para el uso eficiente de los recursos naturales.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo agropecuario, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
214,215,223	EAS03	Promover la reconversión productiva de las prácticas agropecuarias en terrenos de vocación forestal, a sistemas de agroforestería, agrosilvopastoriles o forestales, que reduzcan el impacto sobre los recursos y promuevan actividades con mayor valor productivo.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo agropecuario, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
214,215	EAS04	Estimular la producción agrícola rotativa en parceladas abandonadas y recuperar su productividad con especies variadas, tradicionales y regionales, evitando los monocultivos.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo agrícola rotativa, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
214,215, 241 y 243	EAS05	Implementar programas de prevención y control de plagas y patógenos con acciones fitosanitarias y biológicas.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo agrícola, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
214,215,223	EAS06	Impulsar, fomentar y articular acciones que incentiven el consumo de productos agrícolas y pecuarios de pequeños,	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo agrícola, más bien es acerca

UGA	Estrategias de aprovechamiento sustentable		Vinculación con el proyecto
		medianos y grandes productores locales, mediante la conformación de cooperativas, cadenas productivas o esquemas económicos alternativos.	de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
214,215,223,241 y 243	EAS07	Identificar y fomentar el desarrollo de nuevas actividades productivas compatibles con las actuales y congruentes con la vocación social, económica y natural del sitio.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de actividades productivas, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
214,215,223 y 243	EAS08	Promover la recuperación de la producción agrícola de superficies parceladas en abandono.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo agrícola, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico
214,215,223,241	EAS09	Promover acciones que permitan optimizar el uso del agua para actividades productivas, industriales y domésticas, de acuerdo a la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento y a su capacidad de carga.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de actividades productivas, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico
214,215,241	EAS10	Promover la regularización de la actividad minera por tipo de aprovechamiento, así como fomentar la compensación y restauración ambiental.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo minero, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico
214,215,223,241 y 243	EAS11	Regular que todos los bancos de extracción de materiales, una vez que se termine su explotación, cuenten con licencia de banco de tiro y aseguren su restauración.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de actividades extractivas (banco de materiales), más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico

UGA	Estrategias de aprovechamiento sustentable		Vinculación con el proyecto
214,215,241	EAS12	Vigilar que los talleres artesanales y empresas tabiqueras cumplan con medidas de prevención y disminución de emisión de partículas de polvo, humo, ruido, vibraciones y demás impactos potenciales que puedan generar problemas que afecten al ambiente, a la salud de los trabajadores y/o cause molestias a la población.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de actividades artesanales y/o tabiqueras, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico
214,215,223 y 243	EAS13	Impulsar el manejo y aprovechamiento del estiércol y otros residuos orgánicos, derivado de las actividades pecuarias para la generación de bioenergía y fertilizantes.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de actividades pecuarias, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico
214,215 y 243	EAS14	Promover programas para el aprovechamiento piscícola comercial, recreativo y deportivo.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo piscicola, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico
214,215	EAS15	Fomentar programas de apoyo que promuevan la apicultura sustentable del territorio.	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de tipo apícola, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico
214,215	EAS16	Apoyar obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para cultivos, mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, con un enfoque integral y preventivo o aquellas, que permitan a los productores rurales desarrollar sus actividades con mayor	Esta estrategia no es vinculante al proyecto, ya que no es de actividades agrícolas, más bien es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico

UGA	Estrategias de aprovechamiento sustentable		Vinculación con el proyecto
		certeza y de forma armónica con su entorno.	

Tabla III.13. Vinculación del proyecto con las UGAs 214, 215, 223, 238, 241 y 243 con las estrategias de protección y conservación del POEREQ.

UGA	Estrategias de protección y conservación		Vinculación con el proyecto
223	EPC01	Promover la declaratoria de las UGA de protección como Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, estatal o municipal bajo los supuestos del Código Ambiental del Estado de Querétaro.	Esta estrategia no es aplicable al proyecto, le corresponde a la autoridad competente la declaración de UGAs de Áreas Naturales Protegidas
223	EPC02	Incentivar que el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y de los recursos naturales de la UGA, sea a través de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o cualquier otro instrumento formal de conservación. Estos pueden ser: los Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas, los Programas de Manejo Forestal, los Programas Rectores de Microcuencas o los Programas de Desarrollo Rural Sustentable, asegurando la participación ciudadana conforme los lineamientos y reglas de operación que tienen estos instrumentos.	Esta estrategia n o es aplicable al proyecto, toda vez que no se refiere a una UMA si no a la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
223	EPC03	Establecer un programa de monitoreo de la biodiversidad y de los ecosistemas que sirva de base para contar con información suficiente para la implementación de proyectos y acciones específicas de protección, conservación, restauración o aprovechamiento de los recursos naturales.	El promovente realizará un programa de monitoreo de la biodiversidad siempre y cuando las autoridades competentes lo requieran
214,215,223, 238, 241 y 243	EPC04	Promover la declaratoria de las UGA de protección como Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, estatal o	Esta estrategia no es aplicable al proyecto, le corresponde a la autoridad competente la

UGA	Estrategias de protección y conservación		Vinculación con el proyecto
		municipal bajo los supuestos del Código Ambiental del Estado de Querétaro.	declaración de UGAs de Áreas Naturales Protegidas
223	EPC05	Incentivar que el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y de los recursos naturales de la UGA, sea a través de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o cualquier otro instrumento formal de conservación. Estos pueden ser: los Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas, los Programas de Manejo Forestal, los Programas Rectores de Microcuencas o los Programas de Desarrollo Rural Sustentable, asegurando la participación ciudadana conforme los lineamientos y reglas de operación que tienen estos instrumentos.	Esta estrategia no es aplicable al proyecto, ya que no se pretende el aprovechamiento de vida silvestre.
214,215,223, 238, 241 y 243	EPC06	Prevenir el vertimiento de contaminantes a las aguas superficiales y subterráneas, provenientes de actividades humanas y del desarrollo de las actividades de los sectores productivos.	Esta estrategia no es aplicable al proyecto, ya que no se pretende el vertimiento de contaminante a aguas subterráneas y/o superficiales.
214,215,223, 238, 241 y 243	EPC07	Implementar programas o proyectos enfocados en la conservación y la restauración del suelo.	Esta estrategia no es aplicable al proyecto ya que no se pretende implementar programas de manejo de suelo
214,215,223 y 238	EPC08	Implementar programas o proyectos para el manejo y control del pastoreo extensivo, con especial atención en áreas erosionadas y ecosistemas frágiles.	Esta estrategia no es aplicable al proyecto, toda vez que este es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no es de tipo agrícola que incluya el manejo y control de pastoreo extensivo.
214,215,223 y 238	EPC09	Crear un programa o proyectos para colocar señalética en las áreas de protección, conservación y restauración sobre temas de la historia,	Durante la etapa de preparación y construcción se colocarán señaléticas en las áreas respectivas, de

UGA	Estrategias de protección y conservación		Vinculación con el proyecto
		conservación, aspectos bióticos, información restrictiva y servicios ambientales de estas áreas.	forma que sean de utilidad a través de la información que contengan.
214,215,223 y 238	EPC10	Promover la conformación de un fondo o fideicomiso ambiental que permita la implementación de acciones y proyectos orientados a las UGA con actividades de conservación, protección y restauración.	El proyecto a pesar de ser un parque fotovoltaico y generar energía a partir de una fuente renovable, pueden ocasionar impactos ambientales durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. En este sentido, el proyecto contempla el cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas por la legislación aplicable, incluyendo la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación y, en su caso, los pagos o aportaciones económicas derivados de las autorizaciones ambientales correspondientes
214,215,223, 238, 241 y 243	EPC11	Fomentar el establecimiento de viveros regionales de especies nativas.	Esta estrategia no aplicable al proyecto.
214,215,223, 238, 241 y 243	EPC12	Promover la protección y conservación a través de la elaboración de un programa para el pago por servicios ambientales a los propietarios y/o poseedores de predios con vegetación forestal, que proporcionen servicios ambientales.	En el área del proyecto no existen vegetación forestal por lo que esta estrategia no es aplicable al proyecto.
214,215,223, 238, 241 y 243	EPC13	Implementar un programa que evite la introducción o liberación de especies exóticas en el estado, con especial atención a los hábitats y ecosistemas acuáticos.	No se introducirán especies exóticas, por lo que esta estrategia no es aplicable al proyecto.

UGA	Estrategias de protección y conservación		Vinculación con el proyecto
214,215,223, 238, 241 y 243	EPC14	Promover un programa para identificar y proteger la integridad biótica y calidad de agua de los manantiales.	Este lineamiento no es aplicable al proyecto, ya que no se ubican cuerpos de aguas en el área del proyecto ni en su área de influencia.
223 y 238	EPC15	Implementar un programa de regularización de las actividades ecoturísticas y de los prestadores de servicios a nivel estatal y municipal, con la finalidad de controlar los impactos generados al ambiente.	Esta estrategia no es aplicable al proyecto ya que no es del giro ecoturístico
214,215,223, 238, 241 y 243	EPC16	Promover a través de los municipios, la creación de un programa de manejo de fauna feral, y un sistema de registro de mascotas consideradas como 'especies exóticas'.	Este lineamiento no es aplicable al proyecto, le corresponde a la autoridad competente la promoción de programa de manejo de fauna feral

Tabla III.14. Vinculación del proyecto con las UGAs 214, 215, 223, 238, 241 y 243 con las estrategias de desarrollo urbano del POEREQ.

UGA	Estrategias de desarrollo urbano		Vinculación con el proyecto
241	EDU01	Promover que los criterios de regulación ecológica del ordenamiento ecológico, se incorporen al desarrollo de las actividades urbanas, para garantizar la sustentabilidad en los centros de población definidos en los planes y programas de desarrollo urbano vigentes en el territorio.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no es de desarrollo urbano, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico
241	EDU02	Promover estudios y proyectos de investigación en los centros de población para valorizar los elementos naturales y los servicios ambientales que proporcionan, para la generación de acciones particulares para su protección, conservación, restauración y aprovechamiento.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no pretende la investigación en centros de población, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico
214,215,238, 241 y 243	EDU03	Desincentivar los asentamientos irregulares y su establecimiento en zonas de riesgo, así como en	El proyecto no promueve ni induce la creación

UGA	Estrategias de desarrollo urbano		Vinculación con el proyecto
		zonas que no tengan bases técnicas y jurídicas para justificar ambiental y socioculturalmente su ubicación.	de nuevos asentamientos humanos, ya que corresponde a una instalación destinada a la generación de energía eléctrica y no contempla el desarrollo de infraestructura habitacional permanente. Las obras temporales necesarias durante la etapa de construcción serán retiradas una vez concluidos los trabajos, evitando la consolidación de ocupaciones irregulares del territorio.
241	EDU04	Consolidar los objetivos de los programas de desarrollo urbano, incentivando la utilización de los espacios vacíos y la densificación urbana para el aprovechamiento óptimo de la infraestructura y equipamiento urbano instalado en el interior de los centros de población.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no es de desarrollo urbano, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico
214,215,238 y 241	EDU05	Promover que en los nuevos desarrollos urbanos se cuente con sistemas que garanticen la eficiencia del aprovechamiento del agua y con sistemas de drenaje independientes para aguas pluviales, aguas grises y aguas negras para su reutilización.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no es de desarrollo urbano, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico
214,215,238 y 241	EDU06	Promover que en los nuevos desarrollos urbanos se utilicen especies de flora nativa en la forestación y reforestación de áreas verdes, y la creación de parques y jardines	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no es de desarrollo urbano, si no de la construcción y

UGA	Estrategias de desarrollo urbano		Vinculación con el proyecto
			operación de un parque fotovoltaico
214,215,238 y 241	EDU07	Socializar los instrumentos de desarrollo urbano, para que la población tenga pleno conocimiento de los límites permitidos para el desarrollo de proyectos urbanos y promover su observancia y cumplimiento.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no es de desarrollo urbano, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.
214,215,223, 238, 241 y 243	EDU08	Promover programas dirigidos al mejoramiento de vivienda rural a través de ecotecnias relacionadas principalmente con la captación de agua pluvial, creación de huertos y corrales de traspatio, estufas ahorradoras de leña o estufas solares, composta, letrinas secas, biofiltros, celdas solares, o cualquier otra aplicable.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez este no pretende la construcción de viviendas, si no de la construcción y operación de un parque fotovoltaico.

Tabla III.15. Vinculación del proyecto con las UGAs 214, 215, 223, 238, 241 y 243 con los criterios generales del POEREQ.

Criterios generales		Vinculación con el proyecto
CG01	El aprovechamiento de flora y fauna silvestre deberá de realizarse en Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentables y en los términos de los programas de manejo que para tal efecto haya autorizado la SEMARNAT o la autoridad competente.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez que no se pretende el aprovechamiento de flora y fauna silvestre.
CG02	La extracción, remoción, transporte o utilización de especies de flora y fauna silvestre por el aprovechamiento del territorio de cualquier actividad, deberán estar previamente autorizadas por la SEMARNAT o la autoridad competente, con especial atención a las endémicas y a las especies NOM.	Este criterio no es vinculante al proyecto, toda vez que no se pretende la extracción, remoción o transporte de flora y fauna silvestre.
CG03	Los proyectos que requieran la instalación de cercas, caminos, carreteras, deberán garantizar que éstas permitan el libre paso y la dispersión natural de la vida silvestre.	El proyecto contempla la construcción de caminos de acceso e internos sin pavimentación, diseñados para facilitar las actividades de

Criterios generales		Vinculación con el proyecto
		construcción, operación y mantenimiento del parque fotovoltaico. Estos caminos se desarrollarán siguiendo, en la medida de lo posible, la topografía natural del terreno, minimizando los movimientos de tierra y la fragmentación del hábitat.
CG04	La realización de obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deberán incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de la vocación natural.	Este criterio no es aplicable al proyecto ya que las obras que se llevarán a cabo, dada su naturaleza (instalación de paneles fotovoltaicos) serán mínimamente invasivas por lo que no se espera el deterioro severo de suelo.
CG05	Durante la elaboración y ejecución de un programa para la restauración ecológica o compensación ambiental, se deberán integrar en las actividades a propietarios poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, gobiernos locales y demás personas interesadas.	El proyecto cumple con este criterio al contemplar que, en caso de que como resultado del procedimiento de evaluación ambiental se establezcan medidas de restauración ecológica o compensación ambiental, éstas serán desarrolladas de manera coordinada con el promovente, así como con las autoridades competentes y demás actores que correspondan.
CG06	Para la restauración de áreas deforestadas se deberá promover el establecimiento de estratos de vegetación, de modo que favorezca el desarrollo de la estructura del ecosistema original.	Este criterio no es aplicable al proyecto ya que no s encuentran áreas deforestadas.
CG07	Los usos y destinos de suelo otorgados o reconocidos por los instrumentos urbanos no considerados en el presente ordenamiento, deberán dar cumplimiento a los criterios ambientales correspondiente a la regulación ambiental de los asentamientos humanos establecidos en la legislación ambiental, las disposiciones ambientales consideradas en los propios	Este criterio no es aplicable al proyecto ya que no este no es de naturaleza urbana.

Criterios generales		Vinculación con el proyecto
	programas urbanos o en su caso aquellos señalados en el dictamen ambiental.	
CG08	Reducir al máximo los impactos, daños y desequilibrios que ocasionen los asentamientos humanos al medio ambiente, a través integrar medidas de mitigación y compensación orientadas a mantener un desarrollo sustentable del territorio.	Este criterio no es aplicable al proyecto ya que este no es de tipo urbano.
CG09	Las actividades productivas que generen aguas residuales en sus procesos, deberán contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales y un plan de reúso de las aguas tratadas.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, ya que éste no contempla la realización de actividades productivas que impliquen la generación de aguas residuales de proceso. Las únicas aguas residuales que se producirán serán de origen sanitario, derivadas del uso de letrinas móviles por parte del personal durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Dichos sanitarios serán operados por una empresa especializada, la cual será responsable de la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales, de conformidad con la normatividad ambiental aplicable. Por lo tanto, el proyecto no efectuará descargas directas de aguas residuales al suelo ni a cuerpos de agua.
CG10	El aprovechamiento del territorio en zonas que contengan monumentos arqueológicos, artísticos, históricos y zonas de monumentos y todos aquellos que determine la ley en la materia, deberá cumplir con lo señalado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia en materia de monumentos, zonas arqueológicas, artísticas e históricos, además de cumplir con los requisitos, requerimientos o autorizaciones emitidas	Este criterio no es aplicable al proyecto ya que en el área de este y en su zona de influencia no se encuentran zonas arqueológicas.

Criterios generales		Vinculación con el proyecto
	por el INAH y el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura.	

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Corregidora (POELMC).

El POELMC es un instrumento de política ambiental que tiene como finalidad regular el uso del suelo y orientar el desarrollo territorial del municipio bajo criterios de sustentabilidad. Su propósito es armonizar las actividades productivas, el crecimiento urbano y la conservación de los recursos naturales, mediante la definición de políticas ambientales, estrategias, lineamientos y criterios ecológicos que promueven el aprovechamiento racional del territorio.

El programa divide el municipio en Unidades de Gestión Ambiental (UGA), cada una con características ambientales específicas y con políticas de aprovechamiento, conservación, protección o restauración. Para cada UGA se establecen usos del suelo compatibles, condicionados o restringidos, así como criterios ecológicos que deben observarse durante la planeación y ejecución de obras y actividades.

Asimismo, el POELMC constituye un instrumento de observancia obligatoria para las autoridades y los particulares en la evaluación de proyectos de desarrollo, sirviendo como base para la toma de decisiones en materia de uso del suelo, conservación de la biodiversidad, protección de los recursos hídricos, prevención de impactos ambientales y promoción de un desarrollo territorial ordenado y sustentable en el municipio de Corregidora.

El proyecto se ubica en la UGA 18 Joaquín Herrera y en la UGA 29 Bordo Ascensión, tal como se puede apreciar a continuación:

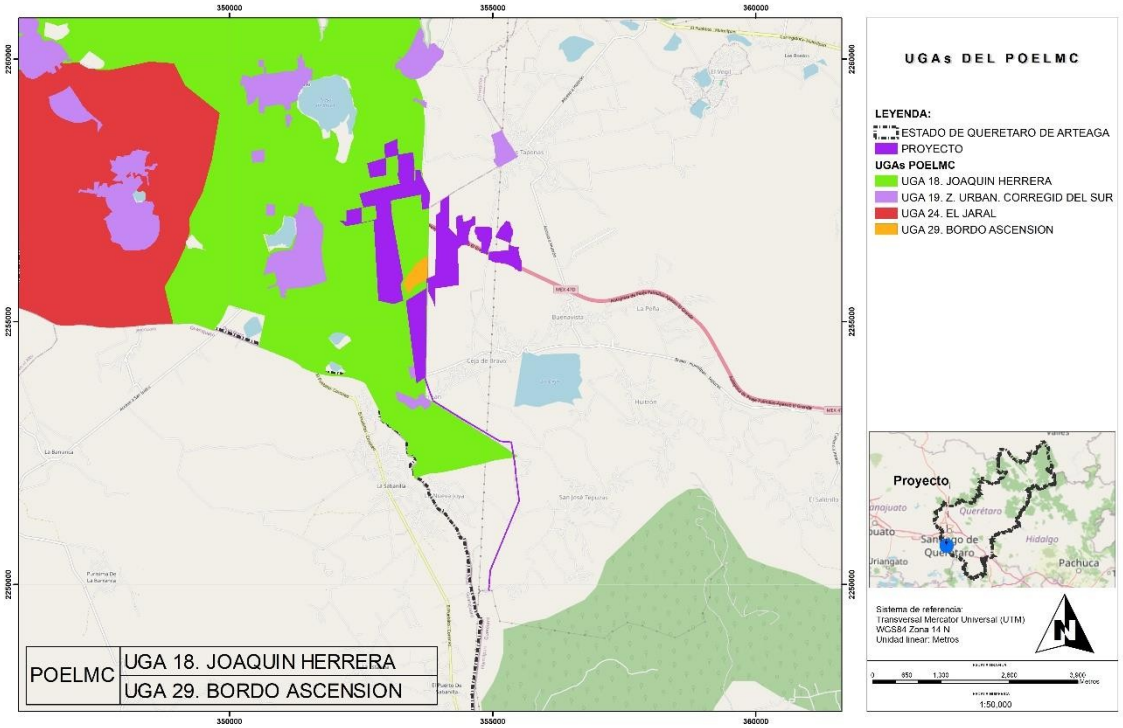


Figura III.3. Ubicación del Proyecto dentro de la UGA 18 Joaquín Herrera y 29 Bordo Ascensión del POELMC.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la UGA 18 Joaquín Herrera del POELMC:

Tabla III.16. Política y estrategias sectoriales de la UGA 18 Joaquín Herrera y 29 Bordo Ascensión del POELMC.

No. UGA	Nombre	Política	Estrategia	Usos compatibles	Usos incompatibles
18	Joaquín Herrera	PAS	LG1, LG2, LG3, LG4, LPAS1, LPAS3, LPDU1, LPDU2, LPP1	AGP, C	DU, CS, I, TA, CA
29	Bordo Ascensión	PP	LG1, LG3, LG4, LPC1, LPP1	C, TA, CA	DU, CS, I, AGP

Política: PAS (Aprovechamiento Sustentable), PP (
Usos compatibles: AGP (Agropecuario), C (Conservación)
Usos incompatibles: DU (Desarrollo Urbano), CS (Comercio y servicios), I (Industria), TA (Turismo Alternativo) y CA (Cuerpos de agua).

Los lineamientos.

Los lineamientos se definieron en función de los usos y las políticas de las unidades de gestión ambiental y corresponden a la meta u objetivo general del estado deseado para las unidades de gestión ambiental

Tabla III.17. Lineamientos generales de la UGA 18 Joaquín Herrera y UGA 29 Bordo de Ascensión del POELMC.

UGA	Lineamientos generales		Vinculación con el proyecto.
18, 29	LG1	Cumplir con la normatividad vigente aplicable en materia ambiental y con lo establecido en los programas vigentes.	El proyecto cumplirá con la normatividad aplicable y vigente.
18	LG2	La expansión de las actividades existentes, el aprovechamiento de los recursos naturales, el desarrollo de nuevas actividades y nuevos usos de suelo, deberán someterse al procedimiento de evaluación y opinión técnica del comité, de acuerdo los instrumentos de planeación vigentes. La realización de las obras y acciones, para la ejecución del proyecto, deberán cumplir con los trámites necesarios para su autorización en materia ambiental y urbana, en los términos previstos en las disposiciones legales vigentes en la materia; quedando sujetas a lo que dictamine la autoridad correspondiente incluyendo la negativa del mismo.	El promovente someterá a evaluación la presente manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, para la autorización en materia ambiental.
18, 29	LG3	Mantener una coordinación interinstitucional, intermunicipal e interestatal en materia de planeación.	El proyecto de parque fotovoltaico se vincula con este objetivo al desarrollarse en apego a los instrumentos de planeación territorial

UGA	Lineamientos generales		Vinculación con el proyecto.
			y ambiental aplicables, manteniendo la coordinación con las autoridades competentes de los ámbitos federal, estatal y municipal durante las etapas de evaluación, autorización, construcción, operación y mantenimiento. Para su implementación se gestionan los permisos y autorizaciones correspondientes ante las dependencias responsables, verificando la compatibilidad del proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local, los instrumentos de ordenamiento territorial y la normativa ambiental vigente.
18, 29	LG4	Para la elaboración de cualquier estudio en materia ambiental requerido en la legislación Federal, Estatal o Municipal se deberá utilizar la cartografía expedida en el actual programa de ordenamiento ecológico municipal.	**Vinculación con el proyecto.** El proyecto utilizo la cartografía del actual ordenamiento ecológico municipal para el desarrollo de los mapas temáticos del presente capitulo.

Tabla III.18. Lineamientos estratégicos aplicable a la UGA 18 Joaquín Herrera del POELMC.

Lineamientos estratégicos de la UGA 18 Joaquín Herrera del POELMC.		
LPAS1	Mantener y mejorar la actividad agrícola, propiciando la continuidad de los procesos mediante el uso eficiente de los recursos naturales e incrementando la rentabilidad.	**Vinculación con el proyecto.** Este lineamiento no es vinculante con el proyecto, toda vez que este es acerca de la evaluación de los impactos ambientales por la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de actividades agrícolas.
LPAS3,	Restringir el desarrollo urbano, comercial e industrial y mantener la actividad agrícola de riego y temporal, mediante la tecnificación de procesos y el uso eficiente del agua.	**Vinculación con el proyecto.** Este lineamiento no es vinculante con el proyecto, toda vez que este es acerca de la evaluación de los impactos ambientales por la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de desarrollo urbano, comercial e industrial.
LPDU1	Regular el impacto ambiental generado por las actividades desarrolladas, teniendo en cuenta aspectos culturales y sociales ligados al uso actual del suelo.	**Vinculación con el proyecto.** El desarrollo es congruente con este lineamiento mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación orientadas a regular los posibles impactos ambientales derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto. Estas acciones consideran las características ambientales del sitio, así como los aspectos sociales y culturales relacionados con el uso actual del suelo y la dinámica de las comunidades cercanas.
LPDU2	Mantener el crecimiento del centro de población equivalente al incremento poblacional con una adecuada distribución de la infraestructura, equipamiento y servicios, minimizando los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas y teniendo en cuenta aspectos	**Vinculación con el proyecto.** El proyecto es congruente con este lineamiento al constituirse como una infraestructura estratégica destinada a la generación de energía

Lineamientos estratégicos de la UGA 18 Joaquín Herrera del POELMC.		
	culturales y sociales ligados al uso actual del suelo.	eléctrica mediante el aprovechamiento de una fuente renovable, contribuyendo al desarrollo ordenado del territorio y al fortalecimiento de la disponibilidad energética necesaria para atender las demandas actuales y futuras asociadas al crecimiento de los centros de población. La instalación del parque fotovoltaico se plantea bajo criterios de planeación territorial y compatibilidad con los usos de suelo establecidos en los instrumentos de ordenamiento ecológico y urbano aplicables, considerando la distribución existente de infraestructura, equipamiento y servicios en la zona. De esta manera, el proyecto busca integrarse al modelo de desarrollo regional sin propiciar procesos desordenados de ocupación territorial ni generar presiones adicionales sobre áreas con importancia ambiental o social.
LPP1	Conservar los escurrimientos y cauces superficiales del territorio, mediante la restauración y protección de estos, así como de los cuerpos de agua a los que pudieran estar asociados.	**Vinculación con el proyecto.** El proyecto es congruente con este lineamiento mediante la implementación de medidas de manejo ambiental orientadas a conservar la dinámica hidrológica del sitio, evitando alteraciones significativas en los patrones naturales de escurrimiento superficial y garantizando la protección de los cauces, zonas de drenaje natural y cuerpos de agua presentes en el área de influencia del proyecto.

Lineamientos estratégicos de la UGA 18 Joaquín Herrera del POELMC.		
		Durante la planeación y diseño del proyecto se considerará la identificación de los escurrimientos superficiales existentes, zonas de concentración de agua y posibles áreas de conexión hidrológica, con el objetivo de establecer una distribución adecuada de los componentes del parque fotovoltaico. La infraestructura proyectada se ubicará evitando la obstrucción, modificación o confinamiento de cauces naturales, respetando las zonas de mayor sensibilidad hidrológica y manteniendo la continuidad de los flujos superficiales.
LPDU1	Regular el impacto ambiental generado por las actividades desarrolladas, teniendo en cuenta aspectos culturales y sociales ligados al uso actual del suelo.	**Vinculación con el proyecto**. El desarrollo es congruente con este lineamiento mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación orientadas a regular los posibles impactos ambientales derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto. Estas acciones consideran las características ambientales del sitio, así como los aspectos sociales y culturales relacionados con el uso actual del suelo y la dinámica de las comunidades cercanas.
LPDU2	Mantener el crecimiento del centro de población equivalente al incremento poblacional con una adecuada distribución de la infraestructura, equipamiento y servicios, minimizando los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas y teniendo en cuenta aspectos	**Vinculación con el proyecto**. El proyecto es congruente con este lineamiento al constituirse como una infraestructura estratégica destinada a la generación de energía eléctrica mediante el

Lineamientos estratégicos de la UGA 18 Joaquín Herrera del POELMC.		
	culturales y sociales ligados al uso actual del suelo.	aprovechamiento de una fuente renovable, contribuyendo al desarrollo ordenado del territorio y al fortalecimiento de la disponibilidad energética necesaria para atender las demandas actuales y futuras asociadas al crecimiento de los centros de población.

Tabla III.19. Lineamientos estratégicos aplicable a la UGA 29 Bordo de Ascensión del POELMC.

Lineamientos estratégicos aplicable a la UGA 29 Bordo de Ascensión		
LPC1	Conservar la vegetación natural mediante la aplicación de acciones que aseguren la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales que se llevan a cabo en los ecosistemas.	El proyecto promueve la conservación de la vegetación natural y asegura, mediante la aplicación de medidas ambientales, la continuidad de las funciones ecológicas del ecosistema, en congruencia con los objetivos del ordenamiento ecológico del estado de Querétaro.
LPP1	Conservar los escurrimientos y cauces superficiales del territorio, mediante la restauración y protección de estos, así como de los cuerpos de agua a los que pudieran estar asociados.	**Vinculación con el proyecto.** El proyecto es congruente con este lineamiento mediante la implementación de medidas de manejo ambiental orientadas a conservar la dinámica hidrológica del sitio, evitando alteraciones significativas en los patrones naturales de escurrimiento superficial y garantizando la protección de los cauces, zonas de drenaje natural y cuerpos de agua presentes en el área de influencia del proyecto.

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Huimilpan (POEH).

El POEH es un instrumento de política ambiental que tiene como finalidad regular el uso del suelo y orientar el desarrollo territorial del municipio bajo criterios de sustentabilidad. Su propósito es compatibilizar las actividades productivas, el crecimiento urbano y la conservación de los recursos naturales mediante la definición de políticas, lineamientos, estrategias y criterios ecológicos que permitan prevenir conflictos ambientales y promover un aprovechamiento racional del territorio. El programa se elaboró con base en la caracterización de los componentes naturales, sociales y económicos del municipio, así como en la identificación de la problemática ambiental y de los sectores que intervienen en el aprovechamiento del territorio, entre los que destacan el sector agropecuario y forestal, comercio y servicios, extracción de materiales, desarrollo urbano y organizaciones ambientalistas. A partir de este diagnóstico, el POEH establece Unidades de Gestión Ambiental (UGA), a las cuales asigna políticas de protección, preservación, restauración o aprovechamiento sustentable, así como criterios específicos para orientar la evaluación y autorización de proyectos de desarrollo.

En este sentido, el POEH constituye el principal instrumento de referencia para evaluar la compatibilidad ambiental de proyectos, como parques fotovoltaicos, desarrollos urbanos o infraestructura, asegurando que su ejecución contribuya a la conservación de los ecosistemas, la protección de la biodiversidad y el uso sustentable de los recursos naturales del municipio.

4.4 Políticas.

El POEH es un instrumento orientado a regular e inducir los usos del suelo y las actividades productivas, para ello incorpora políticas que regulan la Protección, Conservación, Restauración y el Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, incluyendo la localización de las actividades productivas y los distintos tipos de asentamientos humanos establecidos en el municipio. Las políticas definidas para el POEH son:

4.4.1 Protección.

Son espacios con condiciones ambientales relevantes para la preservación de especies de flora y fauna, ecosistemas acuáticos, elementos que intervienen en el ciclo hidrológico y la producción de agua como el suelo y su cobertura, áreas forestales y de valor paisajístico. Se encuentra encaminada a todas las áreas que no son aptas para el desarrollo urbano, contempladas en un régimen especial de protección natural o siendo susceptibles a integrarse a un sistema de áreas naturales protegidas. Por ser terrenos forestales o por tener factores de riesgos naturales o antropogénicos acreditados en la planeación sectorial, o en función de su sujeción a limitaciones o servidumbres para la protección del dominio público, deben preservarse con la finalidad de asegurar el equilibrio ecológico y mantener las condiciones y componentes que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y procesos naturales de estas áreas. La

política de protección implica usos con fines recreativos, científicos, forestales, ecológicos, debiendo mantenerse inalterables y quedando prohibidas actividades productivas que impacten negativamente las condiciones naturales, así como el establecimiento de nuevos asentamientos humanos, respetando los usos y costumbres de la población. La asignación de esta política corresponde a 12 polígonos agrupados en 10 áreas asignadas para la Protección, con una extensión de 6,889.77 ha, las cuales se dividen en: UGAs 1, 4, 6, 9 y 11 que incluyen 2,202.92 ha, los cuales son terrenos con bosque tropical caducifolio; la UGA 3 se encuentra integrada al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) y pertenece al polígono decretado como Parque Nacional “El Cimatario,” del cual pertenece al municipio una extensión de 1662.65 ha; y, las UGAs 20, 23, 25 y 26 con una vegetación predominante de bosque de encino y pino, con una extensión de 3,024.19 ha.

4.4.2. Restauración.

Ésta política se encuentra diseñada para aplicarse en áreas con procesos de deterioro ambiental acelerado en las cuales es necesaria la realización de un “conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales” (LGEEPA, 2012). Con esta característica se localizaron 9 poligonales agrupadas en las UGAs 10, 14, 18, 19, 21 y 22, localizadas principalmente en la parte sur del municipio con una extensión de 6,934.08 ha.

4.4.3. Conservación.

La política se encuentra dirigida a los espacios cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante; donde cada uno de los recursos naturales que la integran juegan un papel importante para el mantenimiento de la calidad de vida de los seres humanos por los servicios ambientales que prestan, siendo prioritarios en torno a los asentamientos humanos.

4.4.4. Aprovechamiento.

Sustentable Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos. Encaminada para aquellos espacios que por sus características, son apropiados para el uso y el manejo de los recursos naturales, específicamente el suelo y el agua, y para la consolidación de actividades agropecuarias, aprovechamientos forestales y extractivas, y en las que el desarrollo urbano se considera no compatible, a excepción de la edificación o incorporación de infraestructura y servicios compatibles, de forma tal que su uso resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente.

Desarrollo Urbano

Dentro de esta política se incorporan las áreas urbanas existentes, incorporando una proyección de crecimiento marcada por los instrumentos vigentes como los planes y programas de desarrollo urbano en el municipio. Estos espacios incorporan a los sectores productivos secundarios y terciarios principalmente, y los núcleos de población. Estos espacios por las características que integran impactan de manera negativa al ambiente, modificando el espacio e impidiendo la continuidad de los atributos ambientales del suelo. Cada una de las políticas se encuentran orientadas a favorecer el óptimo desarrollo de los atributos ambientales de los polígonos asignados, para obtener un fácil manejo de cada una de las 92 áreas definidas en el territorio, se crearon siete Unidades de Gestión Ambiental que incorporan cada una de las políticas.

El proyecto “SAN PEDRO SOLAR”, se ubica en las UGA No.2. Zona Urbana de Huimilpan, UGA No. 15. Sur-Poniente y UGA 19. Tepuzas-San Pedro, con una política de Desarrollo Urbano y , tal como se puede observar a continuación:

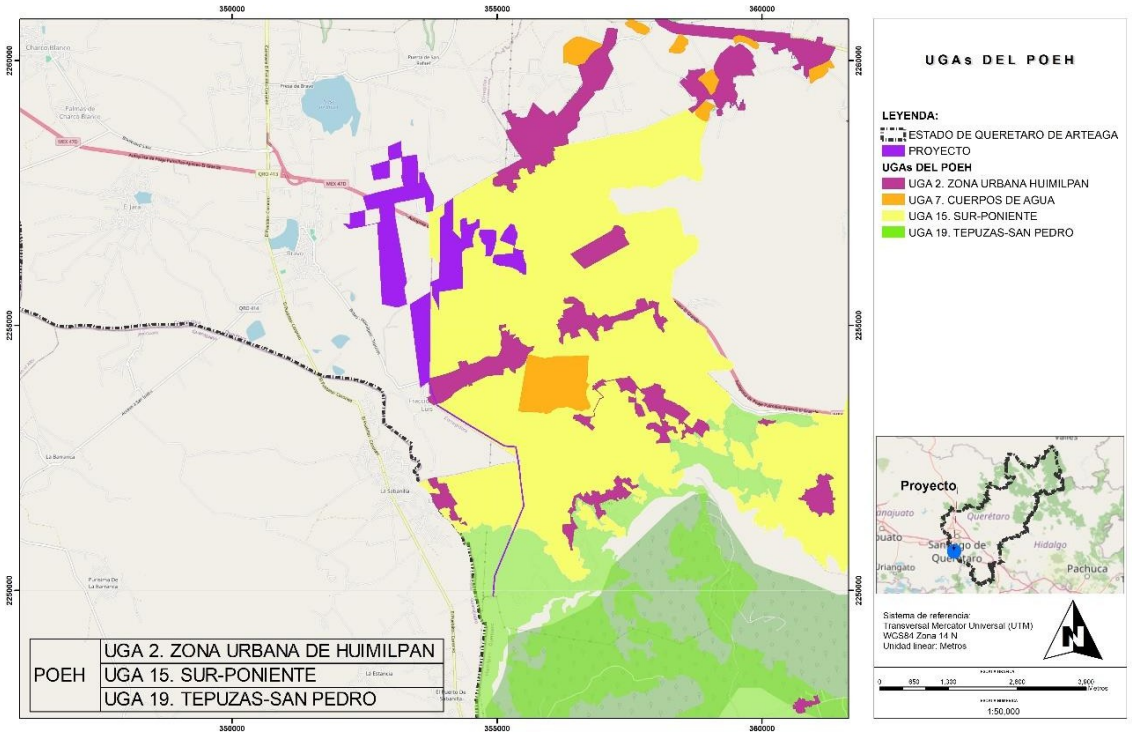


Figura III.4. Ubicación del Proyecto dentro de la UGA 15. Sur-Poniente del POEH.

Por las características que presenta el municipio en el desarrollo de sus actividades económicas, las potencialidades y el uso actual se definieron los usos de suelo. La asignación de los usos compatibles e incompatibles para cada una de las UGAs se presenta siguiendo la imagen objetivo y el análisis de las principales problemáticas entre las aptitudes sectoriales que presenta el municipio, divididas por política se presentan los usos compatibles del suelo en las tablas siguientes:

Tabla III.20. Características de la UGA No.2. Zona Urbana de Huimilpan, UGA No. 15. Sur-Poniente y UGA 19. Tepuzas-San Pedro del POEH.

UGA	Política	Lineamientos generales	Lineamientos específicos	Usos compatibles	Usos incompatibles
2 Zona Urbana de Huimilpan	Desarrollo Urbano	LG00, LG01, LG02, LG03, LG04	LDU01, LDU02, LDU03, LDU04, LC04	DU, CS, I, TA, IF	AGP, CF, CA, EX
15 Sur-Poniente	Aprovechamiento Sustentable	LG00, LG01, LG02, LG03, LG04	LAS01, LAS02, LAS03, LC04, LDU03	AGP, CA, EX, *DU, *CS, *I, TA, *IF	CF
19. Tepuzas-San Pedro	Restauración	LG00, LG01, LG02, LG03, LG04	LR01, LC04, LDU03	AGP, CS, *EX, CA, IFR	DU, CS, I, TA, IFG

Tabla III.21. Características de las UGAs 2,15 y 19 del POEH.

UGA	Estrategias	Criterios
2 Zona Urbana de Huimilpan	EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EU01, EU02 EU03, EU04, EU05, EU06, EU07	CG01, CG02, CG03, CG04, CG05, CG06, CG07, CG08, CG09, CAH01, CAH02, CAH03, CAH04, CAH05, CAH06, CAH07, CAH08, CAH09, CAH10, CAH11, CAG01, CAG02, CAG03, CAG04, CAG05, CAG06, CAG07, CAG08, CMR01, CMR02, CMR03, CMR04, CMR05, CMR06, CMR07, CMR08, CMR09, CMA01, CMA02, CMA03, CMA04, CMA05, CMA06, CMA07, CMA08, CMA09, CMA10, CMA11, CMA12, CP01, CP02, CP03, CP04, CB01, CB02, CB03, CB04, CB05, CB06, CB07, CB08, CB09, CB10, CS01, CS02, CS03, CS04, CT01, CT02, CT03, CT04, CT05
15 Sur-Poniente	EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, EAS01, EAS02 EAS03, EAS04, EAS05, EAS06, EAS07, EAS08,	CG01, CG02, CG03, CG04, CG05, CG06, CG07, CG08, CG09, CAG01, CAG02, CAG03, CAG04, CAG05, CAG06, CAG07, CAG08, CE01, CE02, CE03, CE04, CE05, CE06, CE07, CE08, CE09, CE10, CE11, CE12, CE13, CE14, CE15, CAH03, CAH04, CAH05, CAH06, CAH10,

UGA	Estrategias	Criterios
	EAS09, EAS10, EAS11, EAS12, EAS13, EAS14	CAH11, CF01, CF02, CF03, CF04, CF05, CF06, CF07, CMR01, CMR03, CMR04, CMR05, CMR06, CMR07, CMR08, CMR09, CMA01, CMA02, CMA03, CMA04, CMA05, CMA06, CMA07, CMA08, CMA09, CMA10, CMA11, CMA12, CP01, CP02, CP03, CP04, CB01, CB02, CB03, CB04, CB05, CB06, CB07, CB08, CB09, CB10, CS01, CS02, CS03, CS04, CT01, CT03, CT04, CT05
19. Tepuzas-San Pedro	EG01, EG02, EG03, EG04, EG05, EG06, EG07, EG08, EG09, EG10, EG11, EG12, EG13, ER01, ER02, ER03, ER04, ER05, ER06, ER07	CG01, CG02, CG03, CG04, CG05, CG06, CG07, CG08, CG09, CAG01, CAG02, CAG03, CAG04, CAG05, CAG06, CAG07, CAG08, CE01, CE02, CE03, CE04, CE05, CE06, CE07, CE08, CE09, CE10, CE11, CE12, CE13, CE14, CE15, CAH03, CAH04, CAH05, CAH06, CAH10, CAH11, CMR01, CMR03, CMR04, CMR05, CMR06, CMR07, CMR08, CMR09, CMA01, CMA02, CMA03, CMA04, CMA05, CMA06, CMA07, CMA08, CMA09, CMA10, CMA11, CMA12, CP01, CP02, CP03, CP04, CB01, CB02, CB03, CB04, CB05, CB06, CB07, CB08, CB09, CB10, CS01, CS02, CS03, CS04, CT01, CT02, CT03, CT04, CT05

Tabla III.22. Estrategias generales de las UGAs 2,15 y 19 del POEH.

Estrategias generales		Vinculación con el proyecto
EG01	Actualizar los reglamentos municipales en materia ambiental y urbana, que permitan dar certeza al aprovechamiento de los recursos naturales y usos de suelo, en acorde a las políticas ambientales y vocaciones del suelo establecido en presente Programa de Ordenamiento Ecológico.	Este criterio no es aplicable al presente proyecto toda vez que este es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no interfiere en las actualizaciones de los reglamentos municipales.
EG02	Generar y operar el Programa Municipal de Prevención y Gestión Integral de Residuos	Este criterio no es aplicable al presente proyecto toda vez que este es acerca de la construcción y operación de un parque fotovoltaico, sin embargo, como medida de mitigación el proyecto contempla la integración de un programa de gestión de residuos.

Estrategias generales		Vinculación con el proyecto
EG03	Regular y actualizar el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos o en defecto un sitio de transferencia de residuos.	Este criterio no es aplicable al proyecto, es jurisdicción del municipio la regularización y actualización de sus sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.
EG04	Diseñar y aplicar un Programa de Educación Ambiental Municipal, enfocado a la problemática ambiental identificada en la Agenda Ambiental del POEL.	Este criterio no es aplicable al proyecto, es jurisdicción del municipio la aplicación de sus programas de educación ambiental.
EG05	Promover una cultura de denuncia de los delitos ambientales ente las autoridades competentes	Este criterio no es aplicable al proyecto, es jurisdicción del municipio.
EG06	Promover la creación y aplicación de un Programa Municipal de Prevención de Incendios Forestales que localice áreas críticas, determine la temporada más susceptible de incendios forestales, implemente acciones de detección, acciones preventivas y de rápido combate de incendios forestales.	Este criterio no es aplicable al proyecto, es jurisdicción del municipio.
EG07	Promover un Programa de Vigilancia Comunitaria, que permitan la participación sectorial y ciudadana para establecer un sistema efectivo de denuncia de delitos ambientales (la tala clandestina, la caza furtiva y la extracción ilegal de vida silvestre), así también informar a la población sobre el manejo sustentable de los recursos naturales.	Este criterio no es aplicable al proyecto, es jurisdicción del municipio.
EG08	Promover campañas anuales de esterilización de perros y gatos.	Este criterio no es aplicable al proyecto, es jurisdicción del municipio.
EG09	Ejecutar acciones de desazolve y rehabilitación de infraestructura hidráulica para restablecer la capacidad de almacenamiento y regulación hidrológica de los cuerpos de agua.	Este criterio no es aplicable al proyecto, no se pretende realizar actividades de infraestructura hidráulica.
EG10	Promover y apoyar el desarrollo de proyectos comunitarios para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la prevención de la contaminación.	Este criterio no es aplicable al proyecto, es jurisdicción del municipio.
EG11	Promover que la reforestación y la creación de áreas verdes se realicen con especies nativas de la región.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que por ser un área agrícola no se ubica vegetación en las inmediaciones.

Estrategias generales		Vinculación con el proyecto
EG12	Regular y desincentivar la expansión de áreas urbanas cercanas a zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal, así como zonas de amortiguamiento, recarga de acuíferos, zonas de protección, conservación y de riesgo	El proyecto es de construcción y operación de un parque fotovoltaico y no es de tipo agrícola, ganadera o forestal.
EG13	Implementar un programa permanente de difusión y sociabilización del POELMH dirigida a la sociedad y los diferentes sectores e instancias gubernamentales.	Este criterio no es aplicable al proyecto, es jurisdicción del municipio y/o entes gubernamentales.

Tabla III.23. Estrategias urbanas de las UGAs 2,15 y 19 del POEH.

Estrategia urbana		Vinculación con el proyecto
EU01	El desarrollo de actividades urbanas se sujetará técnica y jurídicamente de acuerdo a lo dispuesto en los planes y programas de desarrollo urbano municipal.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de actividades urbanas.
EU02	Consolidar los centros de población evitando la dispersión. Desincentivar los asentamientos irregulares y su establecimiento en zonas de riesgo, así como en zonas que no tengan bases técnicas y jurídicas para justificar ambiental y socioculturalmente su ubicación.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de la consolidación de centros de población.
EU03	Priorizar la utilización de los espacios vacíos y la densificación urbana para el aprovechamiento óptimo de la infraestructura y equipamiento urbano instalado en el interior de los centros de población.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de tipo urbano.
EU04	Toda actividad que genere aguas residuales en sus procesos deberá contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales.	La infraestructura del parque fotovoltaico se limita principalmente a módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, inversores, transformadores y vialidades internas, por lo que no requiere consumo significativo de agua ni produce descargas derivadas de su funcionamiento. Durante todas las etapas del proyecto, las aguas residuales

Estrategia urbana		Vinculación con el proyecto
		de origen sanitario generadas por el personal serán manejadas mediante sanitarios portátiles con mantenimiento periódico por una empresa autorizada, evitando cualquier descarga al suelo o a cuerpos de agua. En caso de que, de manera temporal o futura, se instalen instalaciones de apoyo que generen aguas residuales, éstas deberán contar con un sistema de tratamiento adecuado o un esquema de manejo autorizado que garantice el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable antes de su disposición final.
EU05	Promover que la edificación de nuevos desarrollos cuente con sistemas de drenaje independiente para aguas pluviales, aguas grises y aguas negras.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de actividades urbanas.
EU06	Los desarrollos inmobiliarios deberán utilizar especies de flora nativa en la forestación y reforestación de áreas verdes, parques y jardines. En caso de existir especies nativas en el área a desarrollar estas deberán ser reutilizadas.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de desarrollos inmobiliarios.
EU07	Promover la creación de áreas verdes y recreativas, en las zonas urbanas con especies nativas.	El proyecto incorporará acciones que favorecen la conservación y el establecimiento de vegetación nativa como parte de las medidas de mitigación.

Tabla III.24. Estrategias de aprovechamiento sustentable de las UGAs 2,15 y 19 del POEH.

Estrategia de Aprovechamiento Sustentable		Vinculación con el proyecto
EAS01	Promover la generación de estudios técnicos agroecológicos para determinar intensidad de uso y tipo de cultivo adecuado con el fin de maximizar la productividad y permitir	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de actividades agroecológicas.

Estrategia de Aprovechamiento Sustentable		Vinculación con el proyecto
	los procesos de resiliencia del agrosistema.	
EAS02	Impulsar la tecnificación de las actividades agropecuarias y la implementación de prácticas agroecológicas para el uso eficiente de los recursos naturales.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de tipo agroecológicos.
EAS03	Promover la reconversión productiva de las prácticas agropecuarias en terrenos de vocación forestal, a sistemas de agroforestería, agrosilvopastoriles o forestales que reduzcan el impacto sobre los recursos y promuevan actividades con mayor valor productivo	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de tipo agropecuario.
EAS04	Estimular la producción agrícola rotativa en parceladas abandonadas y recuperar su productividad con especies variadas, tradicionales y regionales evitando los monocultivos.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de tipo agrícola.
EAS05	Implementar programas de prevención y control de plagas y patógenos con acciones fitosanitarias y biológicas.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de tipo agrícola.
EAS06	Preservar la biodiversidad dentro de los ecosistemas actuales	El proyecto incorporará acciones que favorecen la conservación y el establecimiento de vegetación nativa como parte de las medidas de mitigación.
EAS07	Impulsar, fomentar y articular acciones que referencien el consumo de productos agrícolas y pecuarios de pequeños, medianos y grandes productores locales mediante la conformación de cooperativas, cadenas productivas o esquemas económicos alternativos.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de tipo agrícola.
EAS08	Las actividades productivas que generen aguas residuales en sus procesos deberán contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales y un plan de reúso de las aguas tratadas.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de actividades productivas.
EAS09	Identificar y fomentar el desarrollo de nuevas actividades productivas compatibles con las actuales y	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque

Estrategia de Aprovechamiento Sustentable		Vinculación con el proyecto
	congruentes con la vocación social, económica y natural del sitio.	fotovoltaico y no de tipo productivo.
EAS10	Recuperar la producción agrícola de superficies parceladas en abandono	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de tipo agrícola.
EAS11	Regular y optimizar el uso del agua para actividades productivas, industriales y domésticas de acuerdo a la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento y a su capacidad de carga.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de actividades productivas.
EAS12	Promover la regularización de la actividad minera de acuerdo al tipo de aprovechamiento; así como fomentar la compensación y restauración ambiental.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no de tipo minero.
EAS13	Regular que todos los bancos de extracción de materiales, una vez que se termine su explotación, cuenten con licencia de banco de tiro y aseguren su restauración	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no es de un banco de extracción de materiales o banco de tiro.
EAS14	Vigilar que los talleres artesanales y empresas tabiques cumplan con medidas de prevención y disminución de emisión de partículas de polvo, humo, ruido, vibraciones y demás impactos potenciales que puedan generar problemas que afecten al ambiente, a la salud de los trabajadores y/o cause molestias a la población.	Esta estrategia no es vinculante con el proyecto ya que este es de la construcción y operación de un parque fotovoltaico y no es de talleres artesanales y/o empresas de tabiques.

III.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

III.2.1 Áreas Naturales Protegidas y Prioritarias a Nivel Federal, Estatal y Municipal.

El Convenio de Diversidad Biológica define a las áreas protegidas como "áreas definidas geográficamente que hayan sido designadas o reguladas y administradas para lograr los objetivos específicos de conservación." Las áreas protegidas proporcionan una serie de bienes y servicios ecológicos al mismo tiempo que preservan el patrimonio natural y cultural. El estado de Querétaro cuenta con nueve ANP decretadas de distinta jurisdicción y categoría:

Jurisdicción federal

- Reservas de la Biósfera "Sierra Gorda", con 383,567.5 ha.
- Parque nacional "Cerro de las Campanas", con 2,447.9 ha.
- Parque nacional "El Cimatario", con 2,447.9 ha.
- Áreas de protección de recursos naturales "Zona protectora forestal de los terrenos comprendidos dentro de las cuencas hidrográficas de los ríos San Idelfonso, Ñado, Aculco y Arrollo Zarco", con 23,255.0 ha.

Jurisdicción estatal

- Reserva estatal "Dr. Mario Molina Pasquel", con 1,595.5 ha
- Zona sujeta a conservación ecológica "El Tángano", con 855.3 ha.
- Zona sujeta a conservación ecológica "Bordo Benito Juárez", con 27.6 ha.
- Zona sujeta a conservación ecológica "El Tángano II", con 137.6 ha.
- Zona sujeta a conservación ecológica "Montenegro", con 546.5 ha.
- Otras "Peña de Bernal", con 263.9 ha.

Jurisdicción municipal

- Zona sujeta a conservación ecológica "Zona Occidental de Microcuencas", con 12,234.0 ha.
- Zona sujeta a conservación ecológica "Zona de preservación ecológica de centro de población y subcategoría de Parque Intraurbano Jurica Poniente", con 224.1 ha.
- Zona sujeta a conservación ecológica "Zona de preservación ecológica de centro de población con categoría de Parque Intraurbano Cañada Juriquilla", con 22.1 ha.

Vinculación con el proyecto. El proyecto no se encuentra dentro de ninguna ANP o en sus alrededores (tal como se muestra en la siguiente imagen). El Área Natural Protegida federal más cercana es el "El Cimatario" a 20 km al norte. Las ANP Estatales más cercanas son El Tángano a 21 km al norte y Sierra de los Agustinos a 30 km al suroeste.

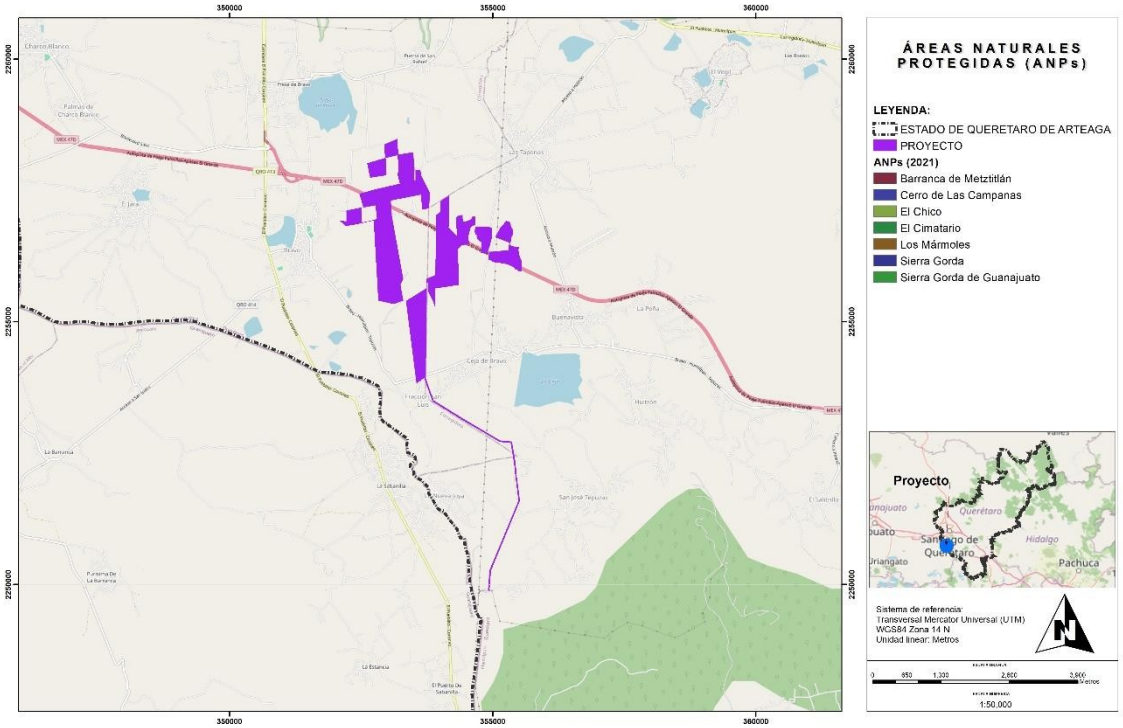


Figura III.5. Ubicación respecto a las ANP.

III.3 Regiones Prioritarias.

III.3.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El proyecto de las RTP, en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Las Regiones Terrestres Prioritarias cercanas al proyecto que son: Cerro Ancho-Lago de Cuitzeo y Sierra de Chincua, ubicadas aproximadamente a 50 km al sur del proyecto.

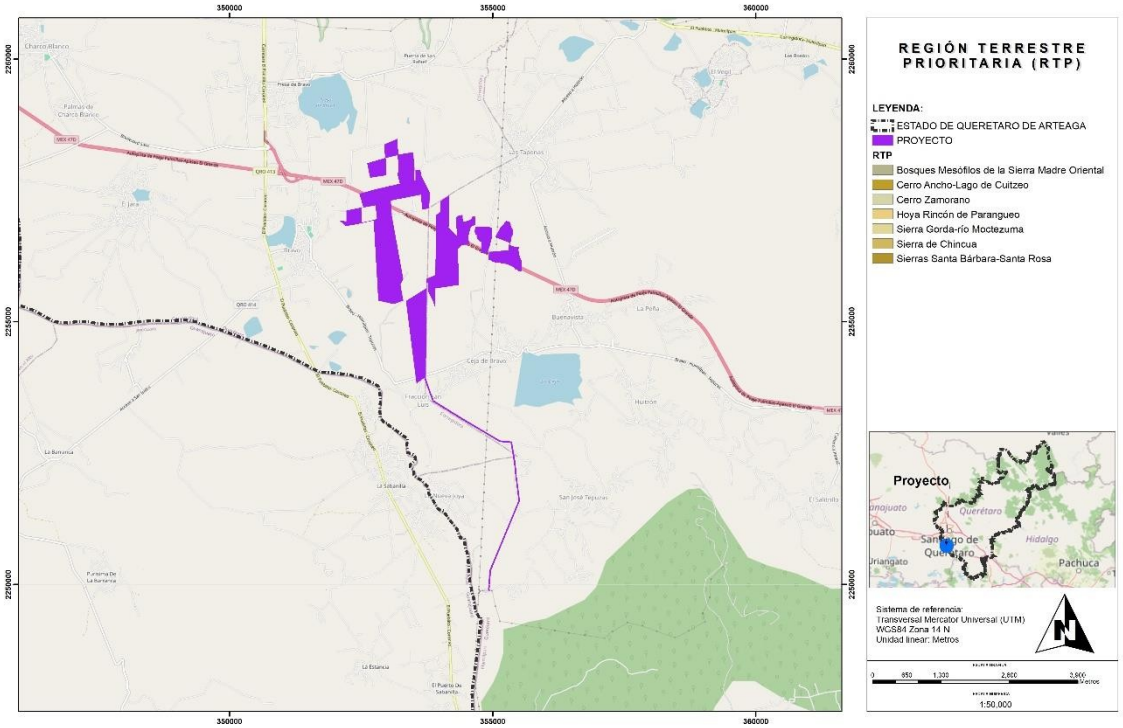


Figura III.6. Ubicación respecto a las RTP.

III.3.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

El programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias implantado en 1998 por la CONABIO, tiene como objetivo, obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El proyecto no se encuentra en ninguna RHP, la más cercana es Lagos-Cráter del Valle de Santiago Guanajuato y se encuentra a 55 km en línea recta a l sitio del proyecto.

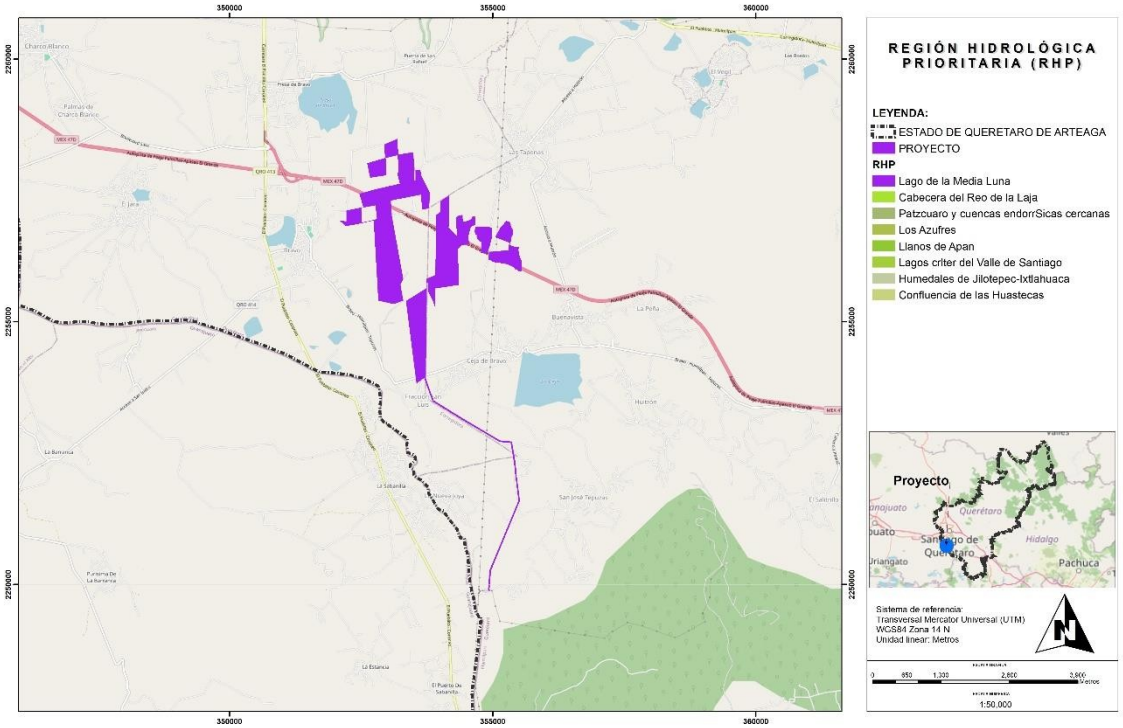


Figura III.7. Ubicación respecto a las RHP.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas.

- **En material de Atmósfera.**

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 (DOF 6 de marzo de 2007).

Vinculación con el proyecto. Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio; con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

NOM-042-SEMARNAT-2003.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos, cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos (DOF 7 de septiembre de 2005).

Vinculación con el proyecto. Está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio; con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo, provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, equipadas con este tipo de motores (DOF 12 de octubre de 2006).

Vinculación con el proyecto. Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio y con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

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 (DOF 13 de septiembre de 2007).

Vinculación con el proyecto. Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio y con la utilización de vehículos en circulación que usan diésel como combustible, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

NOM-076-SEMARNAT-2012.- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, nuevos en planta (DOF 27 de noviembre de 2012).

Vinculación con el proyecto. Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio y con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

NOM-025-SSA1-1993.- Salud Ambiental. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Valor límite permisible para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micras

PM10 y partículas menores de 2.5 micrómetros (PM 2.5) de la calidad del aire ambiente. Criterios para evaluar la calidad del aire (DOF 26 de septiembre de 2005).

Vinculación con el proyecto. Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del mismo, donde se controlará la concentración de material particulado para tener una buena calidad de aire ambiental.

- **En materia de Ruido.**

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (DOF 13 de enero de 1995).

Vinculación con el proyecto. Esta norma está vinculada con el proyecto en aquellas etapas donde se utilicen vehículos automotores, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

- **En materia de Flora y Fauna.**

NOM-005-SEMARNAT-1997.- Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal (DOF 20 de mayo de 1997).

Vinculación con el proyecto. Esta norma, está vinculada con el proyecto en la etapa de preparación del sitio, para el manejo de la flora al momento del desmonte, cumpliendo con lo establecido en la presente norma.

NOM-007-SEMARNAT-1997.- Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones, para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas (DOF. 30 de mayo de 1997).

Vinculación con el proyecto. Esta norma, está vinculada con el proyecto en la etapa de preparación del sitio, para el manejo de la flora al momento del desmonte, cumpliendo con lo establecido en la presente.

NOM-059-SEMARNAT-2010.- Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo (30 de diciembre de 2010).

Vinculación con el proyecto. Esta norma, está vinculada con el proyecto en la etapa de preparación y construcción, para la protección de especies con algún estatus de conservación, cumpliendo con lo establecido en la presente norma.

NOM-061-SEMARNAT-1994.- Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal (DOF 13 de mayo de 1994).

Vinculación con el proyecto. Esta norma, está vinculada con el proyecto en la etapa de preparación en cuanto al manejo forestal y su relación con la Conservación de la Biodiversidad, cumpliendo con lo establecido en la presente.

Norma técnica ecológica NTE-CRN-002/92. Que establece las condiciones para el derribo y extracción de productos forestales (DOF 04 de septiembre de 1992).

Vinculación con el proyecto. Está se vinculada con el proyecto en la etapa de preparación del sitio en cuanto a la manera en que se debe de llevar a cabo el derribo del arbolado, autorizado por medio del Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de Suelo Forestal, cumpliendo con lo establecido.

- **En materia de Agua.**

NOM-001-SEMARNAT-2021. Con el objeto de proteger el medio ambiente acuático contra posibles contingencias ambientales, que alteren las características de calidad de las aguas, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

1) Evitar al máximo el servicio de cambio de aceites y lubricantes en el área.

2) Evitar tirar a cielo abierto estopas impregnadas de aceites y lubricantes en el área.

3) Proporcionar a los vehículos y maquinaria pesada, el servicio de mantenimiento previo al inicio de la obra (cambio de aceites, lubricantes, filtros, etcétera). Aunque el proyecto tiene contemplada la utilización de sanitarios portátiles, quedará prohibido descargar aguas residuales en cuerpos de agua.

NOM-060-SEMARNAT-1994.- Que establecen las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua, por el aprovechamiento forestal (DOF 13 de mayo de 1994).

Vinculación con el proyecto. Esta norma está vinculada con el proyecto en la etapa de preparación, en cuanto al manejo forestal y su relación con la conservación del suelo y cuerpos de agua, cumpliendo con lo establecido en la presente norma.

- **En materia de Residuos Peligrosos.**

NOM-052-SEMARNAT-2005.- Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. (DOF 13 de junio de 2006).

Vinculación con el proyecto. Establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, se incluyen los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales. Es de observancia obligatoria. Aplica en todas las

etapas del proyecto, para identificar si se están generando residuos peligrosos y en su caso, dar la gestión integral correspondiente conforme a la legislación vigente.

- **En materia de 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 planes 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 (DOF 1 de febrero de 2013).

Vinculación con el proyecto. Establece los criterios para la clasificación de residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a planes de manejo, su listado y procedimiento. Esta norma se observará de manera obligatoria durante todas las etapas del proyecto donde se generen estos residuos, para su posterior seguimiento y disposición conforme a la legislación vigente.

III.5 Otros instrumentos a considerar.

III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).

La CPEUM establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos. Tomando como base los derechos de los individuos que se establecen en la constitución se tiene lo siguiente:

Artículo 4. El varón y la mujer son iguales ante la ley. Esta protegerá la organización y el desarrollo de la familia. 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.

Vinculación con el proyecto. El proyecto es consistente con este mandato constitucional, ya que su objetivo es producir energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la radiación solar, un recurso renovable que no requiere la combustión de combustibles fósiles durante su operación. En consecuencia, contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes atmosféricos, favoreciendo la protección de la calidad del aire y la disminución de la huella de carbono del sector eléctrico.

Asimismo, el proyecto incorpora medidas de prevención, mitigación, con el propósito de evitar o minimizar los efectos sobre los ecosistemas, la biodiversidad, el suelo, el agua y los demás componentes ambientales presentes en el área de influencia. De esta manera, se promueve un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación del patrimonio natural, en concordancia con el derecho constitucional a un medio ambiente sano.

Artículo 27. La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad

Con lo referente a las leyes que emanan de la CPEUM y de naturaleza que nos interesa, es decretada por el H. Congreso de la Unión la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) como Ley Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución, el Decreto correspondiente fue emitido por el Titular del Poder Ejecutivo y publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 25 de Febrero de 2003 fue expedido este Decreto; en virtud de lo cual, a través del manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, es que se incide en la contribución al desarrollo social, económico ecológico y ambiental de México.
Asimismo, todos los preceptos establecidos en la Constitución que tienen incidencia en la preservación del suelo y de los recursos forestales, están establecidos dentro de los 91 artículos que conforman a la LGDFS.

Vinculación con el proyecto. El proyecto aprovecha la radiación solar como fuente primaria para la generación de energía eléctrica, recurso natural renovable cuya utilización no implica el consumo de combustibles fósiles ni la extracción de recursos no renovables durante la etapa de operación. De esta manera, se promueve un aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales, en concordancia con el mandato constitucional de garantizar su conservación y uso eficiente para beneficio de la sociedad.

De igual forma, la generación de electricidad mediante energía solar contribuye a la transición hacia un sistema energético con menor intensidad de carbono, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos

asociados a la generación convencional de electricidad. Con ello, el proyecto favorece la conservación del patrimonio natural y fortalece las políticas nacionales orientadas al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y al combate del cambio climático.

III.5.2 Plan Nacional de Desarrollo (PND).

El PND es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad.

El Proyecto de Nación que inspira este PND tiene sus raíces en la historia de México y los afanes del pueblo mexicano por construir un país para todos, la defensa de la dignidad nacional y la integridad territorial y el derecho a ser un pueblo libre y soberano. Somos un pueblo con grandeza cultural milenaria, arraigada en prácticas comunitarias, en el espíritu de resistencia cultural, social y política, así como en la defensa de sus derechos y de la patria.

El PND está estructurado en los siguientes ejes generales y transversales:

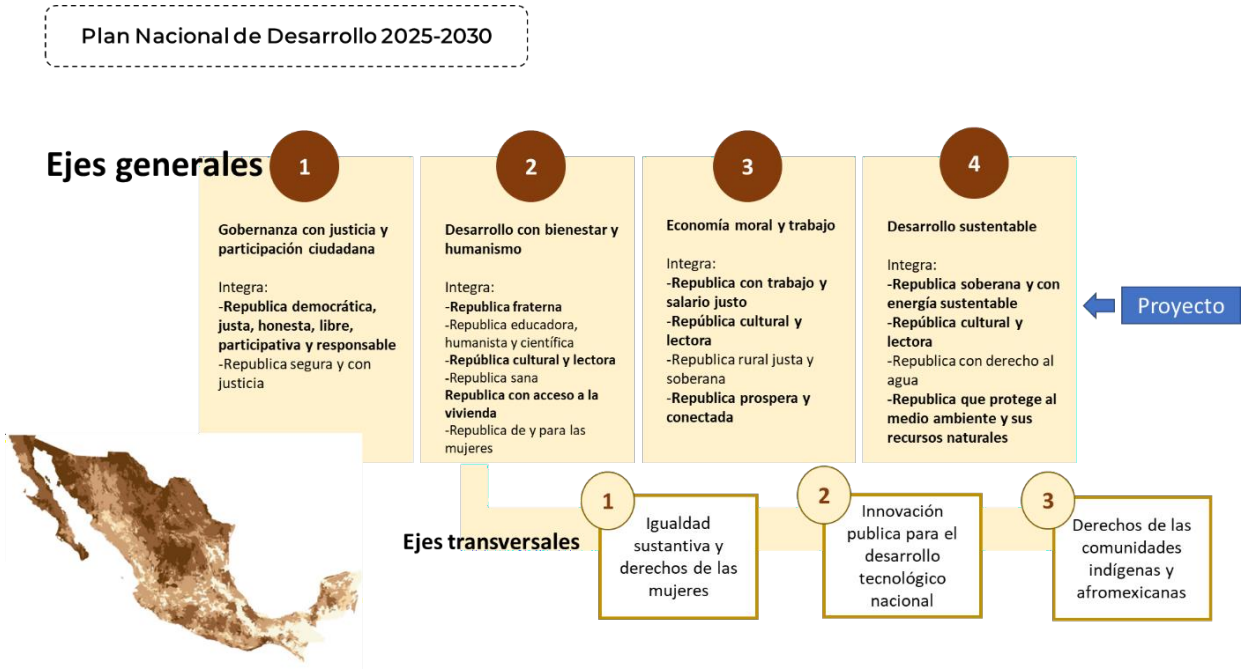


Figura III.8. Ejes del PND 2025-2030.

El proyecto en cuestión se contempla como parte del eje general 4, el cual menciona lo siguiente:

EL EJE GENERAL 4: El Proyecto de Nación de la Cuarta Transformación tiene como base el impulso de un desarrollo sustentable, es decir, lograr un equilibrio entre desarrollo económico, social y ambiental que preserve el medio ambiente y evite un daño irreversible, al tiempo que busca evitar que se agoten los recursos naturales y permitir su disfrute a las generaciones futuras. La justicia social debe ir acompañada de una justicia ambiental, de un modelo de sociedad que disminuya su huella ecológica y respete los ciclos naturales de reproducción de la vida.

El desarrollo sustentable requiere un enfoque integral en la protección y el uso responsable de los recursos naturales. Es prioritario implementar políticas para reducir y revertir el daño ambiental, proteger los ecosistemas estratégicos del país —como bosques, selvas y cuerpos de agua— y fomentar el aprovechamiento de residuos mediante la economía circular. Esto implica incentivar el reciclaje de materiales, el aprovechamiento energético de residuos orgánicos y la gestión eficiente de desechos para reducir la contaminación y optimizar el uso de recursos. Lo anterior nos lleva a lo siguiente:

República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales.

México alberga el 12% de la biodiversidad global en sus ecosistemas terrestres, marinos y costeros. Esta riqueza natural ofrece importantes beneficios en la producción agropecuaria y otros bienes, pero también plantea retos para su preservación y mitigación del cambio climático.

Por décadas, el modelo económico basado en la extracción, producción y consumo ha deteriorado gravemente el medio ambiente, contribuyendo a la crisis climática, la pérdida de biodiversidad y la contaminación. Según el INEGI, el 28% de los ecosistemas terrestres han sido transformados en zonas agropecuarias y urbanas, agravando la deforestación. Entre 2001 y 2023, México perdió 4.8 millones de hectáreas de cobertura forestal, impulsado por actividades ilegales, corrupción, debilitamiento del tejido social y efectos del cambio climático.

A pesar de los esfuerzos de conservación, como las Áreas Naturales Protegidas y las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, que abarcan 99.2 millones de hectáreas y representan el 12% del territorio terrestre y el 24% del marino, estos ecosistemas enfrentan amenazas como el cambio de uso de suelo, la fragmentación del hábitat y la introducción de especies invasoras. Es crucial ampliar la superficie conservada y alcanzar la meta global de proteger el 30% de los territorios terrestres y marinos, implementando esquemas efectivos de protección, conservación y gobernanza ambiental.

El cambio climático acelera la degradación de la biodiversidad. Sus efectos incluyen el aumento de temperaturas, el ascenso del nivel del mar, la reducción de glaciares, cambios en los patrones de precipitación y fenómenos meteorológicos extremos como huracanes e incendios forestales. México ha adoptado medidas para reducir emisiones de gases de efecto invernadero y avanzar en la descarbonización de sectores estratégicos, en línea con el Acuerdo de París y los compromisos de la 29ª. Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para limitar el calentamiento global a 1.5°C.

La contaminación del aire es otro factor crítico. Actualmente, 24 entidades federativas han implementado programas de calidad del aire, con el objetivo de reducir emisiones contaminantes y mejorar la salud en las ciudades con mayor polución.

El cumplimiento de la normatividad ambiental debe fortalecerse mediante una supervisión más estricta, la aplicación efectiva de sanciones y la reparación de daños a ecosistemas y comunidades.

Finalmente, el diseño y ejecución de la política ambiental se resume en una serie de objetivos y estrategias, como las que a continuación se enlistan.

Objetivo 4.3: Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas.

Estrategia 4.3.1. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente.

Estrategia 4.3.2. Implementar políticas de mitigación y adaptación al cambio climático con enfoque en derechos humanos, igualdad y justicia ambiental para fortalecer la resiliencia de la sociedad y los ecosistemas.

Estrategia 4.3.4. Fortalecer las medidas de prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población y preservar un medio ambiente sano.

Estrategia 4.3.5. Desarrollar e implementar Programas Integrales de Prevención y Control de la Contaminación del Aire en ciudades y zonas metropolitanas con alta contaminación atmosférica para mejorar la calidad del aire y la salud pública.

Vinculación con el proyecto: El presente proyecto da cabal cumplimiento a el objetivo y estrategias anteriores, teniendo como prioridad la implementación de procedimientos y medidas dirigidas a la preservación del medio ambiente tales como los procedimientos de manejo de residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos, supervisión ambiental, etc.

Con base a todo lo antes mencionado en este capitulo, se puede indicar que el proyecto se alinea al Plan Nacional de Desarrollo al impulsar el desarrollo económico, la conservación de los ecosistemas forestales, promover los sumideros de carbono y contribuir de manera positiva al cambio climático.

III.5.2 Leyes y sus Reglamentos.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Artículo 7.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

XVI. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades que no se encuentren expresamente reservadas a la Federación, por la presente Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 35 Bis-2 de la presente Ley.

Vinculación con el proyecto. Como lo establece el presente artículo, la obra por la cual se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, es competencia federal debido a que el proyecto que se pretende realizar implica su evaluación en materia ambiental.

Articulo 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 pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

II.- Industria petroquímica y eléctrica

Artículo 29.- Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.

Vinculación con el proyecto. *El promovente entregará la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R) para ser acreedor a la autorización en materia de Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).*

Artículo 32.- En el caso de que un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico del territorio incluyan obras o actividades de las señaladas en el artículo 28 de esta Ley, las autoridades competentes de los Estados, el Distrito Federal o los Municipios, podrán presentar dichos planes o programas a la Secretaría, con el propósito de que ésta emita la autorización que en materia de impacto ambiental corresponda, respecto del conjunto de obras o actividades que se prevean realizar en un área determinada, en los términos previstos en el artículo 31 de esta Ley.

Vinculación con el proyecto. Los municipios de La Corregidora y Huimilpan se encuentran incluidos dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Corregidora (POELMC) y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local

del municipio de Huimilpan (POEH), del cual la vinculación del proyecto en este presente capitulo, en el que se puede apreciar que no se contrapone a lo establecido a dicho programa.

Artículo 35 BIS 2.- El impacto ambiental que pudiesen ocasionar las obras o actividades no comprendidas en el artículo 28 será evaluado por las autoridades del Distrito Federal o de los Estados, con la participación de los municipios respectivos, cuando por su ubicación, dimensionar o características produzcan impactos ambientales significativos sobre el medio ambiente, y estén expresamente señalados en la legislación ambiental estatal. En estos casos, la evaluación del impacto ambiental se podrá efectuar dentro de los procedimientos de autorización de uso de suelo, construcciones, fraccionamientos, u otros que establezcan las leyes estatales y las disposiciones que de ella se deriven. Dichos ordenamientos proveerán lo necesario a fin de hacer compatibles la política ambiental con la de desarrollo urbano y de evitar la duplicidad innecesaria de procedimientos administrativos en materia.

Vinculación con el proyecto. *Se somete el presente estudio de MIA-R ante la Secretaría, para su evaluación respectiva.*

Artículo 37 BIS. - Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.

Vinculación con el proyecto. *Este proyecto cumplirá con la normatividad ambiental aplicable vigente por lo que se cumplirá con el artículo anterior.*

Artículo 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios: I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;

Vinculación con el proyecto. De acuerdo con los montajes realizados mediante programas de Sistemas de Información Geográfica empleando la capa más reciente en cuanto a los tipos de vegetación en la República Mexicana conocemos que el predio del proyecto se encuentra en una zona de Agricultura de Temporal Anual, es decir que el terreno se utiliza para el cultivo de plantas cuyo ciclo de vida dura un año o menos y depende exclusivamente del agua de lluvia (sin sistemas de riego artificial) de acuerdo con la guía para la interpretación de cartografía, uso de suelo y vegetación, serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). De igual manera, posterior a los levantamientos para la obtención del inventario forestal se puede concluir que la implementación del proyecto no alterará el equilibrio de ningún ecosistema.

Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país; II. El proyecto constara de letrinas sanitarias para el uso de los trabajadores durante la preparación del sitio, en el cambio de uso de suelo; así como durante la construcción las aguas generadas serán tratas por las empresas contratadas para el servicio.

Vinculación con el proyecto. *El proyecto constará con letrinas móviles para el uso de los trabajadores durante la preparación del sitio, la construcción y operación.*

Artículo 120.- Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local: III. Las descargas derivadas de actividades agropecuarias;

Artículo 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

Vinculación con el proyecto. Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, las aguas residuales de origen sanitario generadas por el personal serán manejadas mediante sanitarios portátiles o sistemas temporales autorizados, cuyo mantenimiento y disposición final estarán a cargo de empresas especializadas y autorizadas, evitando cualquier descarga directa al suelo o a cuerpos de agua. En caso de utilizarse sistemas de tratamiento de aguas residuales, éstos cumplirán con la normatividad ambiental vigente y las condiciones establecidas en los permisos correspondientes.

Durante la etapa de operación, el parque fotovoltaico genera un volumen reducido de aguas residuales, debido a que no existen procesos industriales asociados a la generación de energía eléctrica. Las aguas residuales provenientes de las instalaciones administrativas o de servicios serán conducidas a sistemas de tratamiento o disposición autorizados, garantizando que, en caso de existir alguna descarga, ésta cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la legislación aplicable y cuente con las autorizaciones correspondientes.

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo; II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III.- es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y

procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

Vinculación con el proyecto. El Promovente realizará diferentes medidas de prevención, mitigación y/o en su caso compensación en cuanto el recurso suelo; por mencionar algunas se considera el uso de botes de basura con tapa catalogados de acuerdo a la correcta separación de residuos, el ingreso de la maquinaria a emplear será solamente al exhibir sus bitácoras de mantenimiento al día, la recarga de combustible en el sitio se realizará solamente mediante vehículos certificados para dicha actividad y con el uso de charola y material absorbente de protección al suelo. De igual manera el fecalismo al aire libre se evitará indicándole a las personas que trabajarán el proyecto los usos de los sanitarios móviles establecidos en las áreas de trabajo.

Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:
I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud.

Vinculación con el proyecto. No se llevará a cabo la disposición final de residuos dentro del sitio del proyecto. Los residuos serán propiamente almacenados para su posterior envió al sitio de disposición final autorizado para este fin.

Artículo 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

Vinculación con el proyecto. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes se llevarán cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.

Reglamento de la ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental (RLGEEPA MEIA).

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

K) INDUSTRIA ELÉCTRICA

Vinculación con el proyecto. El proyecto consta de la construcción y operación de un parque fotovoltaico, por lo que es una actividad que pondrá en riesgo la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas. Por dicha razón y siendo el propósito del Promovente apegarse a lo dictado en la legislación ambiental vigente se ingresará la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional MIA-R ante las instancias correspondientes para la autorización en materia de impacto ambiental.

Artículo 9. El promovente deberá 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 manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. La Secretaría proporcionará a los Promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo con el tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

Vinculación con el proyecto. Considerando el presente artículo y debido a las características del proyecto se ingresa paralelamente a esta MIA-R.

Artículo 10. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades.
I.- Regional, o
II.- Particular.

Vinculación con el proyecto. Se somete el presente estudio de MIA-R ante la Secretaría, para su evaluación respectiva.

Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea

sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

Vinculación con el proyecto. Para el presente proyecto la presente Manifestación de Impacto Ambiental se ajusta a los requisitos y lineamientos aplicables para una Manifestación de índole Regional (el proyecto se ubica en un sitio en los que interaccionara con diferentes componentes ambientales regionales, lo que preverá impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que podrán ocasionar destrucción, aislamiento o fragmentación del ecosistema) en este sentido, el promovente someterá la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional integrando la información técnica, la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales potenciales derivados de las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono del parque fotovoltaico.

Asimismo, el estudio incorpora la caracterización del sistema ambiental, el análisis de alternativas, la identificación y valoración de los impactos ambientales, las medidas de prevención y mitigación, con el propósito de demostrar la viabilidad ambiental del proyecto y garantizar que su ejecución sea compatible con la conservación de los recursos naturales y el desarrollo sustentable de la región.

Reglamento de LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación a la atmósfera.

Artículo 13. Para la protección a la atmósfera se considerarán el siguiente criterio:

La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Artículo 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos

permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas.

Artículo 28. 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.

Vinculación con el Proyecto: *Se solicitará que los vehículos cuenten con mantenimiento periódico. Esto con la finalidad de no exceder los niveles máximos permisibles de emisión.*

Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido.

Artículo 32. Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

Vinculación con el Proyecto: *Al emplearse maquinaria pesada los niveles de ruido en ciertas áreas podrían rebasarse conforme a la norma; por lo que, todo el personal de la empresa que efectué los trabajos de campo deberá contar con equipo de protección auditiva y observar las disposiciones de seguridad. El proyecto estará incluido como una fuente de tipo fija en sus terminales y además de tipo móvil en su trayectoria, por lo que quedará regulada dentro de los límites máximos de emisión de esta ley de ámbito federal.*

Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (LGPIR).

Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánico.

Artículo 41. Los Residuos Peligrosos deberá de manejarlos de manera segura y ambientalmente.

Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad.
Artículo 54. Evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales.

Vinculación con el proyecto: *En los procedimientos de manejo de residuos que se implementarán para el proyecto se incluye la separación de residuos por su tipo*

(orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos. Durante las obras que conforman este proyecto se generará una cantidad poco significativa de residuos peligrosos, particularmente restos de aceite y filtros de aceite, residuos de pintura, así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias. Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos.

Reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de residuos (RLGPGIR).

Artículo 46. Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen.
II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles ni con residuos peligrosos reciclables.
III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico.
IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos.
V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación los Residuos Peligrosos.
VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice.
VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos.
VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones.

Vinculación con el proyecto: *Para cumplir con lo anteriormente señalado se deben manejar los residuos peligrosos generados en el área del proyecto en tambores metálicos y de manera separada, y posteriormente se deberán enviar a disposición final. Los servicios de transporte y disposición final deberán contemplarse mediante empresas autorizadas. Sin embargo, debido a la naturaleza del proyecto, no se prevé la generación de residuos peligrosos.*

Ley General de Vida Silvestre.

Artículo 27 Bis. - No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.

Vinculación. *Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se supervisará que no se liberen o introduzcan especies exóticas invasoras.*

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, traslocación o preliberación.

Artículo 74. En el caso de que los cercos u otros métodos hubiesen sido establecidos con anterioridad a la entrada en vigor de la presente Ley, la Secretaría promoverá su remoción o adecuación, así como el manejo conjunto por parte de los propietarios o legítimos poseedores de predios colindantes que compartan poblaciones de especies silvestres nativas, en concordancia con otras actividades productivas, con el objeto de facilitar su movimiento y dispersión y evitar la fragmentación de sus hábitats.

Vinculación con el proyecto. El proyecto es congruente con lo establecido en este Artículo al incorporar criterios de diseño y manejo que favorecen la conservación de la conectividad ecológica y el libre desplazamiento de la fauna silvestre, evitando en la medida de lo posible la fragmentación de los hábitats presentes en el área de influencia.

Durante la etapa de diseño del proyecto se evaluarán las características ecológicas del sitio y la presencia de especies de fauna silvestre, con el fin de que el cercado perimetral requerido para la protección de la infraestructura no constituya una barrera permanente para el desplazamiento de especies nativas. Para ello, el proyecto podrá incorporar especificaciones técnicas como el uso de cercos permeables para fauna de pequeño y mediano tamaño, separación adecuada entre el nivel del suelo y la malla, o pasos de fauna en sitios estratégicos, siempre que ello sea compatible con la seguridad y operación del parque fotovoltaico.

Asimismo, el proyecto conservará, en la medida de lo posible, la cobertura vegetal existente fuera de las áreas estrictamente necesarias para la instalación de la infraestructura, manteniendo corredores de vegetación y zonas de amortiguamiento que favorezcan la conectividad del paisaje y reduzcan la fragmentación de los ecosistemas.

Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro (LPADSEQ).

Tiene como objetivos el garantizar el derecho de quienes habiten el territorio del estado de Querétaro a vivir en un ambiente propicio para su desarrollo, salud y bienestar. Además de definir las competencias de las autoridades locales, definir instrumentos y principios rectores de la política ambiental estatal, aplicar el ordenamiento ecológico del territorio de Querétaro, y hacer efectiva la participación corresponsable del Estado y la sociedad en la preservación del equilibrio ecológico, entre otros.

Vinculación con el proyecto. El presente estudio y el proyecto aquí descrito, se vinculan a la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro mediante los lineamientos establecidos en su Sección Cuarta, en materia de impacto ambiental y en lo establecido en sus artículos 52, 53, 54 y 60 que refieren a la autorización por parte de la autoridad de la realización y supervisión del proyecto.

Artículo 52. Los proyectos para la realización, suspensión, ampliación, modificación, demolición o desmantelamiento de obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos al rebasar los límites y condiciones señalados en las normas aplicables, habrán de sujetarse a la autorización de la Secretaría, con la intervención de los gobiernos municipales correspondientes, así como al cumplimiento de las medidas que, en su caso, se impongan, tras la evaluación del impacto ambiental que pudieran ocasionar (Ref. P. O. No. 59, 5- X-12).

Sin la autorización expresa de procedencia expedida por la Secretaría, en los casos en que aquella sea exigible conforme a esta Ley o sus reglamentos, no se deberán otorgar licencias de construcción, cambios o autorizaciones de uso de suelo, licencias de funcionamiento o cualquier otro acto de autoridad orientado a autorizar la ejecución de las actividades sujetas a evaluación previa de impacto ambiental.

Artículo 53. La evaluación del impacto ambiental será obligatoria, tratándose de las siguientes materias:

III. Zonas y parques industriales;

Artículo 54. En ningún caso se autorizarán obras o actividades que se contrapongan a lo establecido en la presente Ley y los ordenamientos ecológicos, en los programas de desarrollo urbano, en los programas de manejo de áreas naturales protegidas, en el programa estatal hídrico, atlas de riesgo, el atlas de vulnerabilidad ante el cambio climático y otros instrumentos análogos.

Artículo 60. La Secretaría, con el apoyo de los gobiernos municipales que correspondan, supervisará la ejecución, operación y terminación de las obras o actividades autorizadas, condicionadas o no, en lo relativo a las medidas de mitigación y compensación contenidas en el informe preventivo de impacto ambiental o la manifestación de impacto ambiental, estudios de riesgo o en los requerimientos señalados por la autoridad.

La Secretaría determinará y publicará en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Querétaro “La Sombra de Arteaga”, la lista de actividades riesgosas, que puedan afectar el equilibrio de los ecosistemas o el ambiente, para cuya ejecución se requiera autorización de la propia dependencia.

Vinculación con el proyecto. La vinculación continúa con la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable para el Estado de Querétaro en su Título Quinto de Protección Ambiental, Capítulo Primero de la prevención y control de la contaminación a la atmósfera en sus artículos 122, 123 y 128, que por la presencia en el proyecto de vehículos y maquinaria, sobre todo en su etapa de construcción, se acatará mediante el Programa de Mantenimiento Vehicular y de Maquinaria, el cual está contemplado dentro de las medidas de mitigación del presente estudio.

Artículo 122. Se prohíbe emitir a la atmósfera contaminantes tales como humos, polvos, gases, vapores, partículas y olores que rebasen los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales mexicanas o en su caso las normas técnicas ambientales estatales y disposiciones vigentes, o bien, ocasionen molestia manifiesta y generalizada entre la población de las áreas circundantes

.

Artículo 123. Para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera, se considerarán los siguientes criterios:

I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todo el territorio del Estado y, particularmente, en los centros de población; y
II. La emisión de contaminantes a la atmósfera en el Estado, sea de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser controladas y reducidas para asegurar el bienestar de la población y el equilibrio de los ecosistemas…

Artículo 128. Los propietarios de vehículos automotores de uso particular o de servicio público deberán:

I. Realizar el mantenimiento de las unidades y observar los límites permisibles de emisiones señalados en la normatividad en la materia;
II. Verificar periódicamente las emisiones de contaminantes a la atmósfera, de acuerdo con los programas, mecanismos y disposiciones establecidos; y
III. Observar las medidas y restricciones que las autoridades competentes dicten para la prevención, control de emergencias y contingencias ambientales.

En materia de prevención y control de la contaminación del agua y los ecosistemas acuáticos, la vinculación del presente estudio con la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable para el Estado de Querétaro incluye, del Capítulo Tercero, los artículos 139, 141 y 142.

Vinculación con el proyecto. El proyecto presentado en este estudio, por su naturaleza contempla la generación de aguas residuales sanitarias producto de la presencia del personal durante las etapas de operación y construcción, y con objeto de prevenir la contaminación del agua por esta generación se hace mención.

Artículo 139. Para la prevención y control de la contaminación del agua, se considerarán los siguientes criterios:

I. La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger la salud humana y los ecosistemas de la Entidad;
II. Corresponde a la sociedad, a los municipios y al Poder Ejecutivo del Estado, prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de contaminarla, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, ya sea para su reúso o para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;
IV. Las aguas residuales de origen urbano, deben recibir tratamiento previo a su descarga; y
V. La disponibilidad del agua es un factor determinante para realizar la planeación del desarrollo urbano.

Artículo 141. Para evitar la contaminación del agua, el Estado y los municipios regularán y vigilarán el cumplimiento de la normatividad de la materia, en:

I. Las descargas de origen industrial y agropecuario que se viertan a los sistemas de alcantarillado de los centros de población o a los cuerpos de agua de competencia estatal, así como de las industrias que sean abastecidas mediante la red de agua potable;

II. Las descargas de origen municipal y su mezcla incontrolada de otras descargas;

III. El vertimiento de residuos sólidos en cuerpos y corrientes de agua, y en los sistemas de drenaje y alcantarillado; y

IV. La disposición final de los lodos generados en los sistemas de tratamiento de aguas y los provenientes de la limpieza de fosas sépticas y alcantarillas.

Artículo 142. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de jurisdicción estatal o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, aguas que tengan contaminantes, sin previo tratamiento, sin permiso o autorización de la autoridad competente del Poder Ejecutivo del Estado y de los municipios.

Vinculación con el proyecto. En materia de prevención y control de la contaminación del suelo, la vinculación del presente estudio con la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable para el Estado de Querétaro incluye, del Capítulo Cuarto, los artículos 149. El proyecto presentado en este estudio, por su naturaleza contempla la generación de aguas residuales sanitarias producto de la presencia del personal durante las etapas de operación y construcción, y con objeto de prevenir la contaminación del agua por esta generación se hace mención.

Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro.

Tiene por objeto el regular la prevención de la generación, el aprovechamiento del valor y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, la prevención de la contaminación y la remediación de suelos contaminados con residuos, y es de observancia general en el estado de Querétaro.

Vinculación con el proyecto. El presente estudio se vincula con la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro en su Título Cuarto sobre la Generación de Residuos, en sus Capítulos I y II que refieren de las obligaciones generales y obligaciones particulares, respectivamente, a las que está sujeta la promovente de proyecto.

En lo general, se refiere a los artículos 42, 43 y 44, mientras que a lo particular se refiere a los artículos 45 y 49.

Artículo 42. Las personas físicas o morales que generen residuos sólidos urbanos y de manejo especial, tienen la propiedad y responsabilidad del residuo en todo su ciclo de vida, incluso durante su manejo, recolección, acopio, transporte, reciclado, tratamiento

o disposición final, de conformidad con lo establecido en esta Ley y demás ordenamientos aplicables.

Vinculación con el proyecto. Una vez que los residuos sólidos urbanos o de manejo especial han sido transferidos a los servicios públicos o privados de limpia, o a empresas registradas por las autoridades competentes, para dar servicios a terceros relacionados con su recolección, acopio, transporte, reciclado, tratamiento o disposición final, la responsabilidad de su manejo ambientalmente adecuado, y de acuerdo con las disposiciones de esta Ley y otros ordenamientos aplicables, se transferirá a éstos, según corresponda.

A pesar de que un generador transfiera sus residuos a una empresa autorizada, debe asegurarse de que ésta no haga un manejo de dichos residuos violatorio a las disposiciones legales aplicables, para evitar que con ello se ocasionen daños a la salud y al ambiente, a través de contratos y comprobaciones de que los residuos llegaron a un destino final autorizado; en caso contrario, podrá ser considerado como responsable solidario de los daños al ambiente y la salud que pueda ocasionar dicha empresa por el manejo inadecuado de sus residuos, y a las sanciones que resulten aplicables de conformidad con éste y otros ordenamientos.

Artículo 43. Es obligación de toda persona física o moral generadora de residuos sólidos urbanos o de manejo especial en el Estado de Querétaro:

> I. Participar en los planes y programas que establezcan las autoridades competentes para facilitar la prevención y reducción de la generación de residuos sólidos;
> II. Conservar limpias las vías públicas y áreas comunes;
> III. Barrer diariamente las banquetas y mantener limpios de residuos los frentes de sus viviendas o establecimientos industriales o mercantiles, así como los terrenos de su propiedad que no tengan construcción, a efecto de evitar contaminación y proliferación de fauna nociva;
> IV. Separar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, y entregarlos para su recolección conforme a las disposiciones que esta Ley y otros ordenamientos establecen;
> V. Pagar oportunamente por el servicio de limpia, de ser el caso, así como las multas y demás cargos impuestos por violaciones a la presente Ley y demás ordenamientos jurídicos aplicables;
> VI. Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas aplicables en su caso; VII. Almacenar los residuos correspondientes con sujeción a las normas oficiales mexicanas o los ordenamientos jurídicos del Estado de Querétaro, a fin de evitar daños a terceros y facilitar su recolección;
> VIII. Hacer del conocimiento de las autoridades competentes, las infracciones que se estimen se hubieran cometido contra la normatividad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial de las que fueren testigos; y

IX. Las demás que establezcan los ordenamientos jurídicos aplicables.

Artículo 44. Queda prohibido por cualquier motivo:

I. Arrojar o abandonar en la vía pública, áreas comunes, parques, barrancas, y en general en sitios no autorizados, residuos de cualquier especie;

II. Arrojar a la vía pública o depositar en los recipientes de almacenamiento de uso público o privado, animales muertos, parte de ellos o residuos que contengan sustancias tóxicas o peligrosas para la salud pública o aquellos que despidan olores desagradables;

III. Quemar a cielo abierto o en lugares no autorizados, cualquier tipo de residuos;

IV. Arrojar o abandonar en lotes baldíos, a cielo abierto o en cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, sistemas de drenaje, alcantarillado o en fuentes públicas, residuos sólidos de cualquier especie;

V. Extraer de los botes colectores, depósitos o contenedores instalados en la vía pública, los residuos sólidos urbanos que contengan, con el fin de arrojarlos al ambiente, o cuando estén sujetos a programas de aprovechamiento por parte de las autoridades competentes, y éstas lo hayan hecho del conocimiento público;

VI. Establecer depósitos de residuos sólidos urbanos o de manejo especial en lugares no autorizados o aprobados por las autoridades competentes;

VII. Colocar propaganda comercial o política en el equipamiento urbano destinado a la recolección de residuos sólidos urbanos o de manejo especial;

VIII. Extraer y clasificar cualquier residuo sólido urbano o de manejo especial de cualquier sitio de disposición final, así como realizar labores de pepena fuera y dentro de dichos sitios; cuando estas actividades no hayan sido autorizadas por las autoridades competentes y la medida se haya hecho del conocimiento público;

IX. El fomento o creación de basureros clandestinos;

X. El depósito o confinamiento de residuos fuera de los sitios destinados para dicho fin, en parques, áreas verdes, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas, zonas rurales o áreas de conservación ecológica y otros lugares no autorizados;

XI. La incineración de residuos sólidos urbanos y de residuos de manejo especial en el Estado de Querétaro;

XII. La dilución o mezcla de residuos sólidos urbanos o de manejo especial con líquidos para su vertimiento al sistema de alcantarillado, a cualquier cuerpo de agua o sobre suelos con o sin cubierta vegetal;

XIII. La mezcla de residuos sólidos urbanos y de manejo especial con residuos peligrosos, contraviniendo lo dispuesto en la Ley General, esta Ley y demás ordenamientos que de ellas deriven;

XIV. El confinamiento o depósito final de residuos en estado líquido o con contenidos líquidos o de materia orgánica que excedan los máximos permitidos por las normas oficiales mexicanas; y

XV. Todo acto u omisión que contribuya a la contaminación de las vías públicas y áreas comunes, o que interfiera con la prestación del servicio de limpia. Las

violaciones a lo establecido en este artículo serán objeto de sanción, de conformidad con las disposiciones establecidas en la presente Ley, sin perjuicio de lo dispuesto en los demás ordenamientos jurídicos aplicables.

Artículo 49. Los propietarios, directores responsables de obra, contratistas y encargados de inmuebles en construcción o demolición, son responsables solidarios en caso de provocarse la diseminación de materiales, escombros y cualquier otra clase de residuos sólidos de manejo especial. Los frentes de las construcciones o inmuebles en demolición deberán mantenerse en completa limpieza, quedando estrictamente prohibido acumular escombros y materiales en la vía pública. Los responsables deberán transportar los escombros en contenedores adecuados que eviten su dispersión durante el transporte a los sitios que determine la autoridad competente.

Vinculación con el proyecto. El proyecto se vincula directamente a la presente ley, debido a su condición como generador de residuos de manejo especial y residuos sólidos urbanos. Por lo que la promovente, deberá dar cumplimiento a las disposiciones antes expuestas y a cualquiera que se desprenda con el fin de dar una disposición final adecuada a cada uno de los residuos que se generen durante cada etapa del proyecto.

Legislación Municipal.

Bandos municipales.

Vinculación con el proyecto. El proyecto en cuestión contempla las disposiciones de los bandos y reglamentos del H. Ayuntamiento del gobierno local y del área de influencia del mismo, sin que exista contravención alguna con los planes de desarrollo municipales de la región.

III.5.3 Convenios o Tratados Internacionales.

III.5.3.1. Convenios o tratados internacionales tales como CITES, tratados Fronterizos.

Convenio de Basilea (CB).

El CB tiene como objeto reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y su movimiento transfronterizo y fue ratificado por los Estados Unidos Mexicanos el 22 de febrero de 1991.

Vinculación con el proyecto. Para dar cumplimiento al mandato de este instrumento multilateral, el proyecto implementará un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y un procedimiento de manejo de residuos peligrosos (Anexo 05-A y B del presente estudio técnico). De igual forma se realizará la disposición final de los Residuos Peligrosos únicamente con prestadores de Servicio debidamente autorizados por la Secretaria.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre busca la conservación de las especies amenazadas sujetas al comercio internacional, así como al aprovechamiento sustentable y la conservación de la biodiversidad. México se convirtió en parte de este Tratado el 2 de julio de 1991.

Vinculación con el proyecto. En relación con esta Ley Suprema de la Unión, se debe señalar que el proyecto no contempla el aprovechamiento y/o comercio de fauna y flora silvestre.

III.5.3.2. El acuerdo de Paris (AP).

El cambio climático constituye una emergencia mundial que va más allá de las fronteras nacionales. Se trata de un problema que exige soluciones coordinadas en todos los niveles y cooperación internacional para ayudar a los países a avanzar hacia una economía con bajas emisiones de carbono.

Para abordar este cambio climático y sus impactos negativos, los líderes mundiales en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21), en París, el 12 de diciembre de 2015 desarrollan y firman el Acuerdo de París (AP).

El objetivo central del AP es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura.

El AP establece objetivos a largo plazo como guía para todas las naciones:

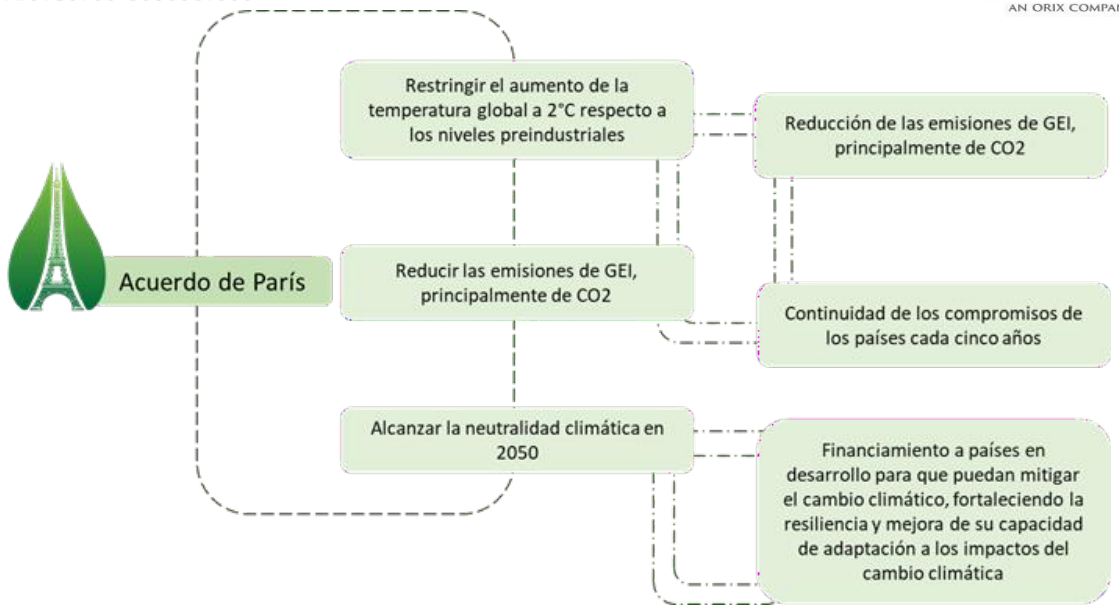


Figura III.7. Objetivos a largo plazo del AP.

El AP incluye compromisos de todos los países para reducir sus emisiones y un trabajo en conjunto a fin de adaptarse a los impactos del cambio climático, así como una constante supervisión a estos países para que aumenten sus compromisos con el tiempo. El AP proporciona a los países desarrollados una ruta para que ayuden a las naciones en desarrollo a mitigar y adaptarse al cambio climático, creando un marco para un control y una información transparentes sobre los objetivos climáticos de estos países.

El AP proporciona un marco duradero con afán de dirigir el esfuerzo global durante las próximas décadas. Señala el comienzo de un cambio hacia un mundo con emisiones cero netos. La puesta en práctica del AP también es esencial para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ya que ofrece una hoja de ruta para las medidas climáticas que reducirán las emisiones y aumentarán la resiliencia al clima.

Vinculación con el proyecto. El proyecto de generación de energía eléctrica mediante un parque fotovoltaico es congruente con los objetivos y compromisos establecidos en el Acuerdo de París, instrumento internacional adoptado en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), cuyo objetivo principal es fortalecer la respuesta mundial frente al cambio climático mediante la limitación del incremento de la temperatura media global, el fortalecimiento de la capacidad de adaptación y la orientación de los flujos financieros hacia un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al clima.

México es Parte del Acuerdo de París y, en cumplimiento de sus compromisos internacionales, ha establecido metas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover la transición hacia un sistema energético basado en fuentes limpias y renovables. En este contexto, el desarrollo de infraestructura para la

generación de energía solar fotovoltaica constituye una medida de mitigación que contribuye al cumplimiento de dichos compromisos al sustituir parcialmente la generación de electricidad proveniente de fuentes convencionales basadas en combustibles fósiles.

Durante su etapa de operación, el parque fotovoltaico aprovecha la radiación solar para producir energía eléctrica sin generar emisiones directas de dióxido de carbono (CO_2) ni de otros contaminantes atmosféricos asociados a la combustión de combustibles fósiles, como óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2) y material particulado. En consecuencia, el proyecto contribuye a disminuir la intensidad de carbono del sector eléctrico y favorece la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, apoyando los esfuerzos nacionales e internacionales para mitigar los efectos del cambio climático.

Asimismo, el proyecto fortalece la diversificación de la matriz energética nacional mediante el aprovechamiento de una fuente de energía renovable, limpia e inagotable, incrementando la seguridad energética y promoviendo un modelo de desarrollo compatible con los principios de sostenibilidad establecidos en el Acuerdo de París. De igual forma, la incorporación de medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento contribuye a garantizar que los beneficios ambientales del proyecto se obtengan minimizando los impactos sobre el entorno natural.

En este sentido, el proyecto es compatible con los objetivos del Acuerdo de París, al fomentar la generación de energía eléctrica con bajas emisiones de carbono, contribuir a la mitigación del cambio climático, impulsar la transición energética y apoyar el cumplimiento de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) asumidas por México en el marco de dicho instrumento internacional.

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

elawan energy
AN ORIX COMPANY



2026

ntal
y det

BALAM
PROYECTOS ECOLÓGICOS

CONTENIDO

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 3

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se pretende establecerse el proyecto. 3

IV.1.1 Caracterización y análisis del SAR 27

IV.1.1.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR 28

IV.1.1.1.1 Medio abiótico. 28

IV.1.1.1.2 Medio biótico. 43

a) Vegetación. 43

b) Fauna 93

IV.2 Medio socioeconómico. 162

IV.3 Paisaje. 164

IV.4 Diagnóstico ambiental 166

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

El presente capítulo se basa en el análisis de la información recopilada y que incide directa y específicamente en toda la evaluación debido a que, la información que a continuación se presenta, conforma la línea de base del estudio a partir de la cual se pondera la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se pretende establecer el Proyecto "San Pedro Solar". Así mismo, este capítulo ofrece los insumos para conocer los factores o componentes ambientales que pueden ser afectados por las obras y actividades que deriven de este Proyecto. Es importante resaltar que el SAR no es una superficie, por lo tanto, no debe confundirse el área de estudio o el área de influencia con el SAR.

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se pretende establecerse el proyecto.

En la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R), una sección prioritaria de información para el correcto diagnóstico ambiental del sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto es la delimitación del Sistema Ambiental (SA) (Cruz-Vázquez *et al*; 2025). Por lo que, considerando la importancia en la delimitación del Sistema Ambiental, en el presente estudio fue usada la siguiente metodología para la delimitación del SAR del proyecto que nos ocupa:

1. Análisis de las principales características operativas del proyecto y sus etapas de desarrollo.
2. Revisión de los criterios y análisis utilizados para la delimitación del SAR establecidos en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (SEMARNAT, 2022).
3. Identificación y análisis de los Programas de Ordenamientos Ecológicos Territoriales (POET) federales, estatales y regionales vigentes en el área del proyecto, consultándose en las plataformas digitales del Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE) y el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).
4. Análisis cartográfico para la identificación de la procedencia de la delimitación del SAR mediante lo establecido por las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) de los ordenamientos ecológicos identificados y prioritarios a considerar.
5. Selección de criterios y su prioridad para la delimitación del SAR del caso de estudio con base a las características ambientales del sitio (mediante análisis de cartas temáticas clima, suelo, topografía, hidrografía, Carta de Uso de Suelo y Vegetación (CUSyV) Serie VII, AICAS, Corredores Biológicos, etc) e infraestructura antropogénica.
6. Delimitación del área del SAR para caso de estudio mediante trasposición cartográfica mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) tales como el software Arcgis Versión 10.8 (Esri Inc., 1999-2019) y Qgis Versión 3.34.11 (Free Software Foundation, Inc., 1989-1991).

La definición del SAR, junto con la correcta definición de las actividades a desarrollarse, es primordial para la identificación de impactos ambientales de un proyecto, obra o actividad (Gallo *et al*.,2022). Si bien, las guías oficiales de SEMARNAT establecen que el SAR debe delimitarse con base a una serie de criterios establecidos; sin embargo, la elección de qué criterios se pueden considerar en cada obra o proyecto queda a juicio del analista y depende mucho del tipo de proyecto analizado y de los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas presentes en el sitio, donde hasta las diferencias en el paisaje y los contrastes entre los elementos que los integran ayudan a delimitar de mejor manera los SAR, por lo que existe un amplio abanico de supuestos a considerar.

El ensayo cartográfico mediante Arcgis y Qgis permitió incluir los límites externos de los elementos técnicos y factores en común, y de mayor importancia para el proyecto. Así, los elementos técnicos y factores ambientales más relevantes, determinantes y tomados en cuenta para la delimitación del SAR del proyecto fueron los siguientes:

Tabla IV.1. Elementos técnicos y factores considerados en la delimitación del SAR del proyecto.

ELEMENTO TÉCNICO O FACTOR	ASPECTOS CONSIDERADOS
Proyecto	• Ubicación • Superficie efectiva • Tipo de proyecto y obras a realizar.
Microcuenca	• Intersección con microcuencas de la región
Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET)	• Intersección con las UGAS del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ) • Intersección con las UGAS del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Corregidora (POELMC) • Intersección con las UGAS del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Huimilpan (POEH)
Clima	• Intersección con los principales tipos climáticos a afectar
Geología	• Intersección con las topoformas más importantes a afectar en la zona. • Intersección con los tipos de suelo más importantes a afectar en la zona.
Hidrología	• Intersección con cuerpos de agua superficial.
Uso de suelo y vegetación	• Intersección con los principales usos de suelo en la zona. • Intersección con los principales tipos de vegetación a afectar en la zona.

ELEMENTO TÉCNICO O FACTOR	ASPECTOS CONSIDERADOS
Áreas naturales protegidas (ANPs)	• Intersección con las ANPs de la zona.
Municipio	• Intersección con los municipios de la zona.
cabeceras municipales	• Intersección con las principales cabeceras municipales de la zona
Localidades	• Intersección con las principales localidades de la zona.
Vialidades	• Intersección con las principales vialidades de la zona.

Como ha sido mencionado anteriormente, la metodología utilizada para la delimitación del SAR fue el ensayo cartográfico en el cual se incluyen los límites externos de los factores en común y de mayor importancia para el proyecto mediante el apoyo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) tales como Arcgis Versión 10.8 (Esri Inc., 1999-2019) y Qgis Versión 3.34.11 (Free Software Foundation, Inc., 1989-1991).

La delimitación del SAR equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Así mismo, dado que se intenta definir los límites del o de los ecosistemas presentes en el área donde va a establecerse el proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de sistema ambiental, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas.

Así mismo este concepto lleva a cabo la presentación de la información geográfica integral referida a áreas territoriales relativamente homogéneas que se identifica como “sistema ambiental”, la cual, debe entenderse como una expresión práctica del o de los ecosistemas donde se inserta el proyecto derivada de la selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos, por lo que bajo esa consideración fue presentada el SAR delimitado y manejado en el Capítulo IV de la MIAR sometida a evaluación ante la Secretaría.

Para el caso particular, a pesar de que el proyecto se encuentra inmerso dentro de cuatro Programas de Ordenamiento Ecológicos (POET, POEREQ, POELMC y POEH) por la cual fueron considerados de manera importante en la delimitación del SAR. Adicionalmente, dada a su importancia también fueron considerados otros elementos técnicos o factores para la delimitación del SAR de referencia, tal como fue presentado en la Tabla IV.1.

El SAR delimitado tiene una superficie de 127,378,778.32 m^2 (12737.87783 ha) el cual incluye una serie de elementos técnicos y factores ambientales de gran importancia y con una buena representatividad dentro de la línea base (SAR) del proyecto.

Dado que la delimitación del SAR debe acotarse a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa. A continuación, se presentan las coordenadas delimitantes del SAR delimitado para el proyecto y su proyección esquemática:

Tabla IV.2. Coordenadas UTM (Zona 16 Q) delimitantes del SAR del proyecto.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
1	355279.0291	2260439.1597
2	355277.7607	2260424.8904
3	355282.9185	2260407.6187
4	355303.5330	2260338.8866
5	355305.4652	2260332.4446
6	355273.9590	2260333.1538
7	355257.9972	2260333.5101
8	355247.7028	2260300.7199
9	355237.9528	2260269.4715
10	355237.2993	2260267.3770
11	355228.2924	2260238.7824
12	355176.1096	2260225.2759
13	355163.6619	2260270.9888
14	355106.6741	2260219.8858
15	355109.3928	2260216.4810
16	355146.6324	2260169.8441
17	355142.7624	2260169.8642
18	355079.6452	2260170.1898
19	355071.7248	2260134.3906
20	355035.9816	2260140.0068
21	355033.1682	2260140.4734
22	354973.6648	2260149.7226
23	354978.6103	2260108.5945
24	354982.9252	2260072.7089
25	354911.1258	2260010.1086
26	354890.7442	2259859.6257
27	354888.7518	2259844.9151
28	354894.4516	2259832.9553
29	354904.6431	2259811.5710
30	354909.8272	2259800.5845
31	354920.5346	2259778.2268
32	354913.5124	2259688.3994
33	354879.4409	2259657.4797

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
34	354856.8322	2259636.9623
35	354835.9314	2259324.1421
36	354829.1048	2259221.9685
37	354940.5762	2259027.6342
38	355018.4236	2258892.0341
39	355098.1435	2258779.1980
40	355145.5700	2258712.0703
41	355163.4195	2258670.1688
42	355287.7999	2258714.5905
43	355142.6717	2258999.9818
44	355100.6029	2258977.7568
45	355089.4904	2258999.9818
46	355257.4437	2259077.4459
47	355292.6908	2258997.6006
48	355369.9407	2258995.4780
49	355376.3137	2258986.1637
50	355363.0700	2258980.1381
51	355351.4285	2258956.3255
52	355363.5993	2258922.4588
53	355403.2868	2258932.5129
54	355420.8799	2258942.7344
55	355435.0369	2258918.7546
56	355561.2697	2258927.3854
57	355685.9525	2259213.6941
58	355929.8101	2258969.8366
59	356063.6927	2259055.9039
60	356125.8524	2258950.7104
61	356327.0152	2258607.1013
62	356346.4622	2258430.0947
63	356566.2987	2258455.9696
64	356662.8718	2258479.7821
65	356736.9553	2258489.0426
66	356770.0283	2258496.9801

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
67	356804.4242	2258511.5322
68	356862.6326	2258519.4697
69	357042.5496	2258552.5427
70	357083.5602	2258565.7719
71	357166.9041	2258597.5219
72	357246.2792	2258609.4282
73	357272.7376	2258609.4282
74	357435.4567	2258629.2720
75	357516.1548	2258643.8241
76	357615.3737	2258663.6679
77	357787.3532	2258729.8139
78	358399.8649	2258995.7206
79	358608.8646	2259087.4132
80	358694.2409	2259131.7400
81	358759.4273	2259155.2437
82	358785.2261	2259101.5614
83	358745.4100	2259065.4595
84	358741.4412	2259047.2033
85	358744.6162	2258992.4345
86	358772.3976	2258958.3032
87	358827.9602	2258913.8530
88	358877.1728	2258882.8967
89	358956.3624	2258847.7013
90	358969.2656	2258858.5671
91	358989.7709	2258888.9943
92	358960.7826	2258809.1890
93	358910.5117	2258653.0846
94	358877.4387	2258576.3552
95	358858.9178	2258541.9593
96	358852.9974	2258446.5740
97	358847.0115	2258350.1360
98	358843.7738	2258277.6106
99	358840.3970	2258201.9691
100	358829.8136	2258170.2190
101	358845.6887	2258043.2187
102	358886.6992	2258000.8853
103	358903.8971	2257902.9893
104	358857.5950	2257773.3432
105	358858.9178	2257709.3136
106	358820.6397	2257709.3136

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
107	358756.5719	2257722.1272
108	358708.2110	2257748.9943
109	358661.9168	2257762.2212
110	358490.4468	2257845.9818
111	358364.2302	2257764.6053
112	358225.4288	2257742.3809
113	358091.8680	2257638.3887
114	357884.2749	2257578.6019
115	357841.0955	2257625.1028
116	357656.6717	2257629.9522
117	357552.1260	2257610.1561
118	357505.6251	2257555.3515
119	357399.3374	2257606.8346
120	357229.9415	2257586.9056
121	357152.9877	2257595.2092
122	357146.1585	2257543.6816
123	357133.6183	2257449.0639
124	357095.4211	2257369.3481
125	357173.4762	2257369.3481
126	357243.2275	2257292.9538
127	357298.9981	2257166.6496
128	357299.6928	2257165.0765
129	357282.7607	2257142.7045
130	357420.9271	2257085.3607
131	357594.9027	2257132.9112
132	357876.6445	2257151.6940
133	357895.9107	2257149.6659
134	358199.8164	2257231.5062
135	358384.1517	2257219.9180
136	358498.8834	2256882.7499
137	358503.1349	2256794.5311
138	358539.2727	2256697.8093
139	358575.9419	2256704.0685
140	358741.2783	2256704.0684
141	358747.8918	2256677.6147
142	358812.6070	2256605.7935
143	358794.1859	2256446.1437
144	358774.3456	2256380.0092
145	358741.2783	2256353.5554
146	358599.6984	2256241.3123

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
147	358600.4577	2256225.3666
148	358341.8488	2256052.9607
149	358320.7138	2255899.7323
150	358282.5726	2255623.2084
151	358278.4999	2255593.6812
152	358424.1777	2255320.3582
153	358606.2025	2255123.4528
154	358811.2195	2255030.8644
155	358943.4886	2254938.2760
156	359009.6232	2254733.2589
157	359021.9893	2254714.7097
158	359092.5071	2254608.9330
159	359102.2115	2254594.3764
160	359135.2788	2254508.4015
161	359465.9515	2254283.5440
162	359433.8848	2254159.8579
163	359046.5429	2254141.2867
164	358953.9386	2254108.2137
165	359201.9859	2253863.4736
166	359317.7414	2253754.3328
167	359396.8152	2253696.9654
168	359412.4336	2253561.6055
169	359441.8903	2253541.8030
170	359344.6869	2253438.1615
171	359305.9220	2253396.8291
172	359282.7222	2253372.0927
173	359297.0098	2253329.2301
174	359314.4724	2253281.6050
175	359314.4723	2253253.0300
176	359301.7724	2253246.6800
177	359282.7223	2253235.5675
178	359273.1973	2253216.5174
179	359262.0848	2253189.5298
180	359250.9723	2253160.9548
181	359252.5597	2253146.6673
182	359270.0223	2253118.0922
183	359287.4848	2253097.4547
184	359282.0608	2253084.2255
185	359266.1858	2253063.0588
186	359256.2639	2253057.1056

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
187	359205.3316	2253063.7202
188	359194.7482	2253071.6578
189	359195.4096	2253089.5172
190	359199.3783	2253102.7463
191	359196.7325	2253116.6370
192	359194.7482	2253127.8818
193	359204.0086	2253143.0954
194	359209.3003	2253151.6943
195	359205.9930	2253170.2153
196	359196.0711	2253162.2777
197	359191.4409	2253151.0329
198	359183.5034	2253135.8193
199	359169.6127	2253129.2047
200	359147.7845	2253130.5276
201	359127.2792	2253141.1110
202	359117.3574	2253155.6631
203	359107.4355	2253163.6007
204	359104.1281	2253182.1215
205	359106.7740	2253196.6736
206	359086.2687	2253201.3038
207	359065.1021	2253209.9028
208	359023.4301	2253243.6373
209	359028.7218	2253271.4186
210	358934.1609	2253165.3029
211	358991.0965	2253118.6198
212	359009.5908	2253054.5257
213	359003.6142	2253021.7661
214	359031.9017	2253022.2903
215	359090.2375	2253023.3712
216	359121.3262	2253025.3555
217	359087.5917	2252990.2982
218	359080.3156	2252979.0534
219	359182.8419	2253010.8034
220	359239.7274	2253033.9545
221	359269.4931	2253005.5118
222	359264.2014	2252986.3294
223	359271.4775	2252963.1783
224	359286.0296	2252934.7356
225	359305.2119	2252913.5689
226	359312.4880	2252904.9699

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
227	359307.1963	2252902.3240
228	359354.8214	2252843.4542
229	359406.5476	2252884.7292
230	359479.5726	2252805.3540
231	359539.8978	2252803.7666
232	359585.9353	2252783.1290
233	359609.7479	2252799.0040
234	359692.2981	2252703.7538
235	359787.5483	2252775.1915
236	359828.1986	2252807.9376
237	359920.8985	2252852.9791
238	359943.1237	2252876.7916
239	359946.2986	2252895.8417
240	359927.2486	2252932.3542
241	359900.2610	2252967.2794
242	359895.4986	2252994.2669
243	359893.9111	2253033.9545
244	359906.6111	2253081.5796
245	359898.6736	2253103.8047
246	359923.4143	2253112.1240
247	359939.9873	2253158.3858
248	359932.0278	2253189.8712
249	359945.7862	2253204.6880
250	359960.0737	2253191.4588
251	359988.3746	2253193.2499
252	359984.4154	2253216.8588
253	360014.5779	2253222.1505
254	360012.4614	2253238.0255
255	360034.1572	2253239.0839
256	360042.6239	2253229.0297
257	360125.7032	2253208.9212
258	360223.5992	2253198.3380
259	360259.5827	2253209.9795
260	360259.5826	2253182.9921
261	360251.1159	2253174.5254
262	360216.1909	2253167.6462
263	360219.8950	2253152.3004
264	360339.0734	2253144.1537
265	360361.2984	2253163.2037
266	360429.5611	2253179.0787

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
267	360448.6110	2253188.6037
268	360516.8737	2253171.1412
269	360575.6113	2253153.6787
270	360634.3490	2253125.1036
271	360688.3240	2253080.6536
272	360715.3116	2253067.9535
273	360828.0243	2253082.2411
274	360889.9369	2253083.8285
275	360947.0871	2253113.9911
276	360967.7246	2253133.0411
277	361001.0622	2253115.5786
278	361035.9873	2253106.0536
279	361070.9123	2253106.0536
280	361080.4374	2253121.9286
281	361077.2623	2253163.2037
282	360982.0122	2253193.3663
283	360928.3956	2253294.6182
284	360958.1613	2253360.7642
285	361242.5890	2253311.1547
286	361536.1549	2253301.8406
287	361606.3918	2253668.3430
288	361673.2257	2253664.6809
289	361654.8129	2253768.2522
290	361740.0889	2253792.1295
291	361847.0969	2253917.0517
292	361925.4137	2253923.4019
293	362024.1490	2253959.2881
294	362130.7308	2254162.5857
295	362209.0477	2254266.3024
296	362225.9810	2254334.0360
297	362285.2478	2254425.0529
298	362300.0646	2254412.3528
299	362350.8646	2254469.5029
300	362465.1649	2254681.1699
301	362666.2487	2254806.0536
302	362791.1322	2254683.2867
303	362918.1324	2254869.5537
304	363040.8993	2254782.7702
305	363220.8163	2255081.2208
306	364023.0347	2254204.9190

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
307	363972.2345	2254116.0189
308	363915.1250	2254048.9673
309	363858.9965	2254016.2472
310	363934.0937	2253898.0718
311	363800.0311	2253818.7794
312	363871.4687	2253740.7271
313	363810.6144	2253694.4251
314	363737.8539	2253665.3209
315	363572.4890	2253624.3102
316	363545.3946	2253580.6335
317	363533.7529	2253531.9501
318	363493.5363	2253511.8416
319	363451.2027	2253425.0581
320	363416.2777	2253377.4330
321	363195.3917	2253273.8295
322	363181.9061	2253265.4384
323	363190.6374	2253216.2259
324	363166.0310	2253204.3196
325	363137.4561	2253181.3009
326	363120.7872	2253199.5571
327	363089.8309	2253180.5070
328	363052.5246	2253178.1258
329	363011.2496	2253186.8571
330	362960.4494	2253197.1758
331	362918.3806	2253209.0821
332	362953.3057	2253220.1946
333	362941.0851	2253251.4912
334	362939.5220	2253260.1173
335	362915.9994	2253256.7073
336	362888.2181	2253269.4072
337	362869.9617	2253290.0448
338	362858.0554	2253311.4761
339	362845.3554	2253294.0135
340	362862.0242	2253270.9948
341	362874.7244	2253234.4821
342	362844.5617	2253232.8946
343	362810.4304	2253249.5634
344	362783.4429	2253260.6760
345	362750.1053	2253251.1510
346	362750.1053	2253222.5760

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
347	362761.2177	2253206.7008
348	362791.3804	2253184.4758
349	362827.8930	2253160.6633
350	362686.6051	2253063.8256
351	362810.4304	2252992.3880
352	362834.2429	2252951.1129
353	362812.0179	2252878.0877
354	362854.8804	2252874.9128
355	362856.4680	2252833.6376
356	362889.8056	2252805.0626
357	362872.3431	2252774.9000
358	362872.3430	2252728.8624
359	362889.8055	2252706.6374
360	362912.0306	2252684.4123
361	362961.2432	2252676.4749
362	362975.5307	2252628.8497
363	363010.4558	2252619.3247
364	363021.5683	2252632.0247
365	363045.3808	2252636.7873
366	363070.7809	2252585.9871
367	363091.4185	2252590.7496
368	363127.9310	2252560.5870
369	363127.9310	2252527.2496
370	363112.0560	2252447.8744
371	363126.3436	2252366.9117
372	363121.5809	2252330.3991
373	363067.6060	2252290.7115
374	363039.0309	2252154.1863
375	363023.5527	2252153.7893
376	363007.0163	2251985.1173
377	362983.8651	2251846.2106
378	362940.8702	2251670.9238
379	362891.2608	2251538.6320
380	362844.9585	2251446.0275
381	362713.5928	2251325.2451
382	362588.2537	2250542.2891
383	362552.6589	2250502.0901
384	362362.2253	2250506.0934
385	362313.5419	2250495.5101
386	362219.8416	2250446.0226

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
387	362113.1503	2250499.3682
388	362038.1838	2250507.3639
389	362017.5463	2250472.4390
390	361981.0338	2250462.1201
391	361969.1274	2250448.6264
392	361923.0898	2250454.9764
393	361897.6897	2250460.5327
394	361860.3835	2250460.5327
395	361820.2724	2250472.2498
396	361769.4458	2250467.5437
397	361824.9490	2250449.9290
398	361831.2989	2250418.9727
399	361818.5990	2250398.3351
400	361781.2927	2250405.4789
401	361742.3988	2250419.7664
402	361748.4759	2250465.6020
403	361683.1800	2250459.5561
404	361690.8049	2250435.6415
405	361685.2487	2250426.1164
406	361670.1674	2250425.3226
407	361653.4987	2250434.8477
408	361644.7674	2250424.5289
409	361621.7485	2250420.5601
410	361606.1423	2250452.4229
411	361578.8793	2250449.8987
412	361613.0173	2250395.1601
413	361591.5860	2250381.6664
414	361598.7298	2250351.5037
415	361596.3485	2250341.9787
416	361580.4735	2250339.5975
417	361575.7110	2250332.4538
418	361562.2172	2250326.1036
419	361544.7546	2250347.5350
420	361533.6422	2250355.4726
421	361518.5608	2250355.4725
422	361505.0671	2250351.5038
423	361498.7170	2250361.0287
424	361479.6670	2250368.9663
425	361466.9670	2250386.4289
426	361478.8732	2250407.8601

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
427	361478.6703	2250414.2578
428	361478.4558	2250421.0189
429	361443.5902	2250438.3600
430	361433.0068	2250476.4600
431	361441.4736	2250508.2100
432	361386.4400	2250584.4102
433	361350.4567	2250605.5770
434	361310.2399	2250643.6769
435	361253.0898	2250713.5272
436	360227.2866	2251663.4101
437	360250.5700	2251661.2934
438	360261.1534	2251670.8184
439	360270.6784	2251685.6352
440	360255.8618	2251719.5019
441	360266.4451	2251733.2602
442	360290.7869	2251743.8436
443	360303.4868	2251760.7770
444	360295.0202	2251816.8687
445	360335.2369	2251854.9688
446	360336.2952	2251923.7607
447	360363.8119	2251987.2608
448	360362.7537	2251998.9024
449	360402.9704	2252058.1692
450	360389.2120	2252092.0359
451	360348.9953	2252105.7944
452	360326.7703	2252090.9776
453	360317.2451	2252108.9693
454	360289.7285	2252110.0277
455	360255.8618	2252096.2693
456	360232.5784	2252096.2693
457	360183.8950	2252123.7859
458	360157.4365	2252133.3110
459	360119.3364	2252130.1361
460	360087.5863	2252130.1360
461	360046.3113	2252173.5278
462	360019.8530	2252186.2278
463	359830.4109	2252278.3030
464	359730.9274	2252326.9864
465	359653.6688	2252267.7196
466	359572.1771	2252317.4614

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
467	359543.6019	2252343.9198
468	359520.3186	2252342.8614
469	359484.3351	2252374.6116
470	359095.9260	2252605.3287
471	359059.9427	2252639.1955
472	359043.0093	2252667.7705
473	359009.1426	2252688.9371
474	358920.2424	2252715.3955
475	358898.0173	2252732.3289
476	358887.4340	2252777.8373
477	358863.0923	2252790.5374
478	358830.2839	2252857.2126
479	358864.7720	2252901.3332
480	358784.3403	2252968.5187
481	358725.4704	2253009.8599
482	358700.0042	2252941.0681
483	358654.6654	2252958.0979
484	358620.5335	2252971.7797
485	358599.4623	2252983.7322
486	358578.6264	2252983.4015
487	358529.3476	2252947.3520
488	358558.7826	2252882.8597
489	358545.8249	2252882.9685
490	358519.4257	2252883.1904
491	358501.5663	2252849.7866
492	358461.9831	2252797.9458
493	358448.2248	2252807.4707
494	358445.0498	2252818.0541
495	358445.3817	2252838.3015
496	358446.1081	2252882.6126
497	358401.6580	2252858.2709
498	358365.6746	2252843.4542
499	358321.2245	2252858.2709
500	358272.5411	2252883.6710
501	358253.4911	2252906.9542
502	358211.9555	2252942.1628
503	358285.6659	2252799.0527
504	358246.8772	2252795.9198
505	358246.0827	2252763.0206
506	358257.7244	2252723.8622

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
507	358276.7744	2252598.9786
508	358300.0579	2252603.2119
509	358342.5364	2252614.2064
510	358390.0163	2252626.4954
511	358424.9414	2252573.5786
512	358430.2330	2252553.4702
513	358429.1748	2252527.0119
514	358443.9914	2252510.0785
515	358443.9914	2252450.8117
516	358454.5748	2252450.8117
517	358460.9248	2252432.8200
518	358343.4496	2252348.1532
519	358351.9163	2252332.2781
520	358347.6829	2252307.9364
521	358293.7078	2252279.3614
522	358296.8829	2252219.0362
523	358291.5911	2252215.3321
524	358307.9954	2252195.2237
525	358327.0453	2252184.6404
526	358343.4496	2252199.9862
527	358409.5956	2252247.6113
528	358413.2997	2252235.9696
529	358448.2248	2252260.3114
530	358456.1623	2252252.3738
531	358491.6165	2252283.5948
532	358508.5499	2252292.5906
533	358520.1103	2252281.2250
534	358520.5620	2252279.8376
535	358539.0829	2252173.3426
536	358513.9474	2252155.4832
537	358502.0412	2252123.7331
538	358470.5303	2252092.2223
539	358451.1087	2252074.7851
540	358431.2650	2252045.6809
541	358420.0202	2252016.5767
542	358409.4368	2251978.2120
543	358400.1764	2251943.8161
544	358403.4381	2251911.1990
545	358237.9997	2251933.2261
546	358241.1747	2251912.5886

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
547	358258.1081	2251872.3719
548	358301.4998	2251827.9218
549	358294.0915	2251807.8134
550	358177.6745	2251838.5051
551	358124.7578	2251926.3470
552	358107.8244	2251925.2886
553	358096.1827	2251939.0470
554	358075.0160	2251979.2637
555	358046.4410	2251932.6970
556	358046.4410	2251913.6469
557	357993.5242	2251949.6303
558	357973.6804	2251956.2449
559	357958.4669	2251978.7346
560	357951.8523	2252001.8857
561	357921.4251	2252018.4222
562	357869.1698	2252040.2503
563	357849.3260	2252044.8806
564	357837.4197	2252062.0785
565	357845.3573	2252075.3077
566	357820.2217	2252087.8754
567	357810.9613	2252091.8441
568	357800.3780	2252106.3963
569	357791.7790	2252120.9484
570	357776.5655	2252157.9901
571	357763.3363	2252202.3079
572	357758.7060	2252218.1830
573	357755.3988	2252240.6726
574	357759.3674	2252273.7455
575	357748.1226	2252282.3445
576	357742.8309	2252248.6101
577	357744.8153	2252219.5058
578	357744.1539	2252206.9382
579	357687.2684	2252174.5266
580	357678.0080	2252165.9276
581	357690.5757	2252156.0058
582	357648.2422	2252109.7035
583	357687.2684	2252032.9742
584	357661.7468	2252023.6936
585	357599.9557	2252001.2241
586	357599.4891	2251990.2825

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
587	357613.5918	2251979.2105
588	357635.4530	2251992.2522
589	357638.0556	2251993.6893
590	357659.3821	2252003.2715
591	357671.3141	2251979.6578
592	357664.3689	2251964.7748
593	357637.9104	2251957.4989
594	357667.7481	2251935.6896
595	357747.4612	2251874.2239
596	357803.0239	2251879.5156
597	357821.5447	2251860.9947
598	357822.8676	2251832.5519
599	357822.2061	2251821.9685
600	357797.0707	2251817.3384
601	357822.2062	2251762.4372
602	357834.7738	2251751.8539
603	357799.0550	2251706.2131
604	357760.6903	2251692.3224
605	357760.0289	2251656.6037
606	357755.3987	2251633.4526
607	357746.1383	2251622.8692
608	357724.3101	2251649.3276
609	357693.2215	2251642.0515
610	357689.9142	2251665.8641
611	357678.0079	2251691.6611
612	357638.3203	2251663.8797
613	357623.1067	2251666.5256
614	357599.2943	2251687.6923
615	357601.2786	2251705.5517
616	357595.3255	2251717.4579
617	357584.7421	2251720.1038
618	357571.5129	2251710.1819
619	357556.2994	2251720.1038
620	357596.6484	2251779.6352
621	357611.2005	2251763.7602
622	357619.1380	2251748.5466
623	357649.5652	2251754.4997
624	357663.4558	2251747.8851
625	357679.9923	2251731.3486
626	357686.6069	2251719.4424

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
627	357707.7736	2251720.1039
628	357722.3257	2251726.0570
629	357734.2320	2251744.5778
630	357725.6330	2251764.4216
631	357707.7736	2251768.3904
632	357690.5757	2251765.7445
633	357666.7631	2251773.9466
634	357650.4912	2251791.8060
635	357632.2349	2251796.1717
636	357603.2630	2251817.9999
637	357598.8973	2251812.0468
638	357579.8473	2251821.5718
639	357575.0848	2251835.8593
640	357559.2098	2251827.5249
641	357537.3686	2251848.3579
642	357472.2941	2251770.2926
643	357413.5566	2251720.6830
644	357389.3471	2251767.5144
645	357374.6628	2251759.9737
646	357343.3095	2251718.3018
647	357311.9564	2251727.4299
648	357274.6500	2251763.9425
649	357251.6313	2251740.5269
650	357274.2532	2251708.7768
651	357290.4889	2251698.6206
652	357290.5251	2251687.3455
653	357277.8251	2251681.3923
654	357268.6969	2251684.1704
655	357251.2343	2251693.2986
656	357244.8844	2251704.0143
657	357188.9249	2251718.6987
658	357175.0342	2251718.6987
659	357148.8405	2251727.4299
660	357133.3623	2251727.4298
661	357093.6748	2251704.4111
662	356999.2183	2251664.7235
663	356939.6868	2251644.8797
664	356924.7378	2251638.3975
665	356977.6546	2251502.9305
666	357001.9965	2251511.3972

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
667	357032.6881	2251512.4556
668	357047.5048	2251491.2889
669	357054.9131	2251463.7721
670	357052.7965	2251443.6638
671	357028.4548	2251424.6137
672	357004.1130	2251438.3722
673	356936.1770	2251359.8942
674	356934.7892	2251358.2911
675	356918.0091	2251338.9073
676	356855.8138	2251467.6086
677	356880.2878	2251490.7597
678	356845.3523	2251564.1748
679	356844.1465	2251613.6160
680	356843.8796	2251616.1038
681	356833.3751	2251647.8936
682	356784.1546	2251609.7877
683	356640.6277	2251671.4837
684	356610.8621	2251708.5254
685	356572.4974	2251728.3692
686	356535.4906	2251757.4415
687	356483.6255	2251756.7066
688	356489.9583	2251718.0838
689	356479.6707	2251662.1649
690	356465.8276	2251617.3997
691	356469.6001	2251607.6081
692	356471.9157	2251583.1027
693	356490.1015	2251512.6775
694	356440.1534	2251500.0733
695	356392.8433	2251417.2257
696	356399.5395	2251382.1330
697	356424.3304	2251384.4101
698	356430.0286	2251344.6679
699	356432.0111	2251326.9111
700	356453.2052	2251284.9063
701	356525.0347	2251181.2871
702	356479.3000	2251158.8753
703	356450.1273	2251143.6389
704	356454.0961	2251107.2586
705	356443.5128	2251107.2586
706	356438.5482	2250943.1892

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
707	356402.8525	2250874.8310
708	356415.6730	2250803.7461
709	356443.1290	2250832.0413
710	356466.9414	2250825.4267
711	356477.2214	2250821.0211
712	356485.4623	2250817.4892
713	356525.1499	2250809.5517
714	356539.8133	2250789.2485
715	356542.3479	2250785.7391
716	356555.5771	2250746.0516
717	356560.8687	2250689.1660
718	356559.5458	2250641.5410
719	356555.5771	2250615.0826
720	356542.3479	2250592.5929
721	356525.1499	2250578.0408
722	356523.8270	2250566.1346
723	356525.1499	2250548.9366
724	356529.1187	2250537.0303
725	356546.3167	2250546.2908
726	356565.6312	2250557.4032
727	356561.9271	2250574.3366
728	356579.9187	2250610.3200
729	356591.5605	2250611.3784
730	356608.4938	2250603.4408
731	356618.0188	2250594.9742
732	356632.3064	2250593.3867
733	356645.5356	2250587.0367
734	356652.9439	2250578.5700
735	356652.9439	2250572.7492
736	356643.9480	2250562.6950
737	356636.5397	2250549.4658
738	356625.9564	2250540.9991
739	356612.7271	2250531.4741
740	356615.9022	2250522.4782
741	356633.8939	2250524.5949
742	356632.8355	2250511.8948
743	356625.4272	2250494.4323
744	356608.4938	2250477.4989
745	356600.5563	2250464.7990
746	356594.7355	2250449.9822

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
747	356594.2063	2250437.8114
748	356595.2646	2250429.8739
749	356601.0855	2250422.9947
750	356617.4897	2250414.5280
751	356640.2438	2250406.5905
752	356663.5273	2250407.6488
753	356689.4565	2250407.1196
754	356724.9107	2250400.7697
755	356741.3149	2250396.5363
756	356755.6025	2250383.3071
757	356757.7191	2250366.9029
758	356749.7816	2250344.1486
759	356743.4316	2250323.5112
760	356738.1399	2250315.0445
761	356728.6149	2250307.6362
762	356725.8316	2250307.2882
763	356686.2814	2250302.3444
764	356678.9184	2250262.4286
765	356669.3018	2250261.3251
766	356664.6518	2250260.7915
767	356664.2097	2250255.9295
768	356663.6595	2250249.8774
769	356658.3679	2250225.7342
770	356650.4304	2250223.4190
771	356627.6100	2250216.8045
772	356606.4433	2250217.4659
773	356621.1478	2250170.8252
774	356650.2520	2250154.9501
775	356687.2938	2250121.8771
776	356703.1688	2250115.2625
777	356729.6272	2250112.6167
778	356790.4815	2250092.7729
779	356753.8459	2250004.3918
780	356501.2721	2249959.0620
781	356479.8266	2249946.7371
782	356459.1891	2249916.5745
783	356447.2829	2249887.2057
784	356443.3141	2249858.6307
785	356427.4391	2249839.5805
786	356401.2453	2249865.7744

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
787	356364.7326	2249857.8369
788	356319.4888	2249871.3307
789	356260.7513	2249884.8244
790	356230.5887	2249884.0307
791	356178.9949	2249873.7119
792	356168.6761	2249859.4245
793	356120.2572	2249867.3618
794	356056.7570	2249855.4557
795	356009.1320	2249824.4993
796	355955.1568	2249782.4305
797	355965.4757	2249765.7617
798	355970.2382	2249754.6492
799	355955.1568	2249740.3617
800	355911.5005	2249736.3929
801	355860.7004	2249703.0554
802	355861.4942	2249694.3241
803	355886.8943	2249677.6553
804	355877.3693	2249654.6365
805	355859.1129	2249645.1115
806	355867.0505	2249624.4739
807	355861.4941	2249592.7239
808	355765.4502	2249576.8488
809	355728.1439	2249574.4676
810	355700.3625	2249552.2425
811	355669.4063	2249542.7175
812	355653.5314	2249524.4613
813	355637.6562	2249477.6299
814	355628.9249	2249441.1174
815	355610.6687	2249426.8299
816	355609.0812	2249405.3985
817	355595.5874	2249396.6673
818	355576.5374	2249405.3985
819	355557.4873	2249387.1423
820	355396.3557	2249304.5920
821	355372.5433	2249271.2545
822	355378.0995	2249216.4856
823	355390.7996	2249196.6418
824	355378.0995	2249172.8293
825	355342.3807	2249159.3355
826	355329.6806	2249140.2854

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
827	355334.4432	2249102.1854
828	355327.2994	2249083.9291
829	355306.6618	2249096.6292
830	355282.0556	2249125.9980
831	355265.3868	2249140.2854
832	355251.8035	2249161.0178
833	355241.5743	2249183.9417
834	355255.8617	2249210.9294
835	355260.6242	2249242.6794
836	355258.2430	2249260.9357
837	355244.7492	2249269.6670
838	355226.4929	2249276.8107
839	355216.9679	2249296.6545
840	355205.2983	2249312.2139
841	355163.4245	2249297.9590
842	355166.7585	2249264.6185
843	355178.8678	2249268.8733
844	355193.1554	2249261.7295
845	355198.7116	2249245.0607
846	355211.4117	2249236.3294
847	355219.3492	2249226.0106
848	355205.8554	2249174.4168
849	355211.4117	2249158.5417
850	355224.1117	2249140.2855
851	355239.9867	2249124.4105
852	355243.6733	2249118.5735
853	355249.5117	2249109.3292
854	355269.3555	2249100.5978
855	355286.8180	2249088.6916
856	355290.7869	2249076.7854
857	355278.8805	2249068.0540
858	355248.7180	2249059.3228
859	355193.1553	2249002.1727
860	355146.3240	2248923.5913
861	355116.1615	2248842.6286
862	355109.8114	2248808.4972
863	355122.5115	2248789.4472
864	355112.9864	2248735.4723
865	355107.4302	2248664.0346
866	355089.1738	2248659.2720

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
867	355064.5677	2248658.4783
868	355041.5488	2248655.3033
869	355034.4051	2248633.0783
870	355033.6113	2248582.2781
871	355035.1988	2248506.8717
872	355009.7987	2248463.2154
873	355011.3862	2248442.5778
874	355017.7363	2248411.6214
875	355012.9738	2248392.5714
876	354997.0988	2248356.8527
877	354974.8736	2248337.8027
878	354969.3174	2248316.3714
879	354947.8861	2248294.1463
880	354914.5485	2248253.6650
881	354900.2611	2248221.9149
882	354897.0859	2248194.1336
883	354901.0548	2248167.1460
884	354918.5173	2248130.6335
885	354926.4548	2248104.4396
886	354918.5173	2248056.8145
887	354920.1049	2247931.4017
888	354928.8361	2247891.7142
889	354950.2673	2247853.6141
890	354970.1111	2247837.7391
891	355014.5612	2247849.6454
892	355030.4363	2247836.9453
893	355032.8175	2247798.0515
894	355042.3425	2247758.3640
895	355064.5676	2247750.4264
896	355076.4739	2247717.8826
897	355089.1739	2247698.8326
898	355164.5803	2247682.1638
899	355147.9116	2247659.9388
900	355114.5739	2247630.5700
901	355085.9989	2247587.7073
902	355080.4426	2247557.5448
903	355108.2239	2247501.9823
904	355152.6740	2247490.0760
905	355164.5804	2247478.1696
906	355155.0553	2247425.7820

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
907	355165.3740	2247381.3319
908	355199.5053	2247354.3444
909	355219.3492	2247347.2007
910	355249.5117	2247344.0256
911	355267.7680	2247348.7881
912	355284.4369	2247362.2819
913	355299.5180	2247375.7756
914	355316.1868	2247374.1882
915	355325.7119	2247355.1381
916	355321.0200	2247343.6217
917	355316.9806	2247333.7068
918	355247.9242	2247302.7506
919	355209.0304	2247288.4630
920	355176.4867	2247269.4130
921	355142.3552	2247247.9817
922	355121.7176	2247220.2003
923	355112.1927	2247201.9441
924	355101.0801	2247194.8003
925	355085.2052	2247179.7190
926	355073.2989	2247167.0190
927	355074.0927	2247144.0003
928	355073.2988	2247126.5377
929	355053.4550	2247114.6314
930	355032.0237	2247115.4251
931	355006.6237	2247105.1065
932	355006.6237	2247073.3563
933	354964.8042	2247064.1895
934	354948.9292	2247091.1770
935	354918.7666	2247130.8646
936	354888.6041	2247168.9647
937	354865.1489	2247208.2230
938	354840.9790	2247241.9898
939	354820.3414	2247251.5149
940	354788.5914	2247241.9898
941	354761.6038	2247249.9273
942	354745.7288	2247243.5773
943	354721.9162	2247222.9398
944	354642.5411	2247188.0147
945	354626.7475	2247165.8934
946	354625.0520	2247247.9735

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
947	354621.8533	2247402.8256
948	354617.4579	2247500.0321
949	354619.1646	2247620.9817
950	354603.9841	2247926.8835
951	354706.2640	2248702.5590
952	354776.1830	2249341.5994
953	354778.3335	2249361.6614
954	354781.0175	2249386.7000
955	354740.3571	2249386.7464
956	354668.9746	2249496.5800
957	354660.7601	2249591.3693
958	354669.9622	2249617.7483
959	354662.9488	2249627.9915
960	354667.7894	2249657.1748
961	354661.7188	2249680.1403
962	354647.7002	2249689.2252
963	354639.6437	2249734.6479
964	354636.1061	2249765.2904
965	354612.9632	2249839.2875
966	354597.3608	2249888.2876
967	354552.3976	2250164.5181
968	354541.2853	2250227.7347
969	354550.0482	2250278.5169
970	354571.6574	2250290.5110
971	354565.8119	2250315.3566
972	354546.3539	2250345.1021
973	354553.4346	2250432.0254
974	354544.8093	2250473.8312
975	354551.0694	2250522.7064
976	354541.4372	2250605.9217
977	354518.5869	2250619.9520
978	354508.5274	2250640.2947
979	354514.7126	2250655.6293
980	354491.4519	2250707.5218
981	354480.7943	2250700.0480
982	354456.0783	2250885.5203
983	354382.8346	2250887.9645
984	354325.3080	2251051.4923
985	354294.4343	2251089.7494
986	354150.1056	2251268.2873

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
987	354097.3743	2251349.4084
988	354065.3218	2251398.7176
989	353973.0152	2251427.3895
990	353926.4474	2251497.8780
991	353907.9279	2251525.5556
992	353860.0395	2251617.6106
993	353791.4132	2251721.3842
994	353778.1379	2251741.4586
995	353770.5674	2251854.3072
996	353642.4651	2251990.1079
997	353549.6962	2252033.5982
998	353500.1329	2252091.5501
999	353497.0144	2252104.9345
1000	353496.7253	2252109.7808
1001	353496.5360	2252110.4308
1002	353492.0967	2252184.7403
1003	353494.6528	2252195.8241
1004	353466.3377	2252214.2840
1005	353433.5668	2252242.2055
1006	353433.0522	2252279.8661
1007	353484.7838	2252317.7629
1008	353514.9003	2252344.7729
1009	353529.6910	2252382.1326
1010	353525.3000	2252426.8976
1011	353505.6129	2252459.6641
1012	353458.9259	2252485.1803
1013	353388.9045	2252511.1553
1014	353382.3205	2252549.6489
1015	353376.9127	2252581.2660
1016	353369.9938	2252621.7178
1017	353363.9247	2252657.7307
1018	353387.1608	2252754.4125
1019	353380.8401	2252777.6291
1020	353220.0641	2252891.6633
1021	353138.9793	2252949.1745
1022	353037.7987	2253020.9392
1023	353000.8463	2253047.1486
1024	352996.4249	2253077.6071
1025	352932.6455	2253089.1521
1026	352862.6310	2253166.5831

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
1027	352854.3466	2253297.2625
1028	352856.2507	2253378.3065
1029	352866.1308	2253497.8423
1030	352849.5966	2253716.5431
1031	352834.1014	2253758.2638
1032	352812.8148	2253786.2931
1033	352701.7924	2253846.2073
1034	352596.2795	2253892.7098
1035	352532.9434	2253926.8368
1036	352438.2675	2253950.0334
1037	352247.6658	2253996.7022
1038	351946.8836	2254031.2286
1039	351733.4959	2254042.4503
1040	351606.0387	2254097.7696
1041	351045.3654	2254394.3314
1042	350819.8465	2254478.0809
1043	350609.5644	2254570.8184
1044	350581.1229	2254579.6604
1045	350400.0337	2254637.9377
1046	349762.4662	2254868.0860
1047	349377.6642	2254990.2188
1048	349308.9522	2255012.0355
1049	349246.7454	2255023.2600
1050	349143.4661	2255034.1104
1051	349012.5829	2255027.8748
1052	348893.4744	2255022.2001
1053	348763.6422	2255019.2264
1054	348586.7706	2255023.9531
1055	348438.5081	2255015.5674
1056	348255.1120	2254994.8182
1057	348075.9568	2254972.7305
1058	347937.0813	2254956.6295
1059	347791.4016	2254951.9575
1060	347695.7282	2254950.0694
1061	347526.3295	2254964.6884
1062	347474.4092	2254966.7110
1063	347435.6647	2254975.0015
1064	347362.5248	2254995.7644
1065	347141.8745	2255008.1251
1066	346931.4228	2254977.3619

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
1067	346880.8954	2254980.4261
1068	346708.6812	2254998.2973
1069	346631.5804	2255021.8986
1070	346324.1803	2255193.0948
1071	346239.3795	2255233.6650
1072	345908.9870	2255346.0718
1073	345949.8265	2255501.2051
1074	345959.5359	2255538.0871
1075	345981.0938	2255619.9771
1076	346017.0958	2255910.4104
1077	346012.0904	2256125.9447
1078	346020.1979	2256328.3012
1079	346024.4257	2256407.1187
1080	345996.3101	2256830.2938
1081	345991.4779	2256903.0257
1082	345941.5549	2257109.3392
1083	345908.3699	2257311.5595
1084	345880.7398	2257502.6263
1085	345846.5408	2257614.7505
1086	345803.5554	2257939.9957
1087	345787.7927	2258062.2197
1088	345758.3224	2258236.2544
1089	345739.0459	2258315.7048
1090	345691.0900	2258391.9524
1091	345484.4950	2258622.1769
1092	344704.4676	2259338.3021
1093	344637.7465	2259734.3422
1094	344623.1508	2259798.3987
1095	344620.5127	2259823.9548
1096	344620.5122	2259823.9595
1097	344601.5229	2260007.9098
1098	344601.5219	2260007.9246
1099	344604.9811	2260066.6570
1100	344608.5969	2260128.0456
1101	344608.5969	2260128.0491
1102	344608.5386	2260200.6105
1103	344608.5387	2260200.6138
1104	344613.2226	2260286.2557
1105	344612.5217	2260464.3080
1106	344612.5265	2260464.5585

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
1107	344615.4926	2260562.8038
1108	344614.9060	2260565.0819
1109	344614.8540	2260563.3641
1110	344613.6993	2260525.2158
1111	344614.5007	2260566.6663
1112	344614.6204	2260569.7365
1113	344616.1027	2260607.7700
1114	344619.1433	2260685.7912
1115	344620.0009	2260879.3603
1116	344620.0009	2260879.3653
1117	344619.2424	2260974.8401
1118	344619.2429	2260974.9678
1119	344619.9100	2261124.5586
1120	344619.9099	2261124.5634
1121	344614.2053	2261256.1398
1122	344614.2039	2261256.1707
1123	344615.8700	2261378.1638
1124	344615.9028	2261380.5552
1125	344624.5182	2261435.6523
1126	344623.0819	2261457.4811
1127	344624.3941	2261471.5410
1128	344625.2931	2261481.1746
1129	344625.2950	2261481.1902
1130	344625.2951	2261481.1932
1131	344618.2862	2261616.0814
1132	344618.2860	2261616.0847
1133	344617.8569	2261620.1479
1134	344617.8560	2261620.1570
1135	344617.4373	2261624.1228
1136	344617.4354	2261624.1395
1137	344602.1805	2261768.6184
1138	344601.9420	2261770.8819
1139	344601.9296	2261771.2781
1140	344597.7234	2261908.2176
1141	344598.0444	2261913.5739
1142	344665.5820	2262809.2260
1143	344665.6340	2262809.2218
1144	344985.8150	2262814.9549
1145	344990.5771	2262815.1259
1146	345302.0321	2262821.6389

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
1147	345307.2311	2262821.7618
1148	345415.8290	2262824.3908
1149	345384.7650	2263049.9258
1150	345384.8473	2263049.9454
1151	345628.5344	2263107.9284
1152	345628.5403	2263107.9298
1153	345769.2541	2263142.0909
1154	345773.7880	2263143.3369
1155	346030.8110	2263206.6899
1156	346036.7000	2263208.2019
1157	346077.4380	2263218.9938
1158	346082.3011	2263297.2689
1159	346255.2160	2263319.1678
1160	346258.9380	2263321.1779
1161	346516.7611	2263391.5448
1162	346521.9660	2263392.0979
1163	346543.4461	2263151.3098
1164	346565.2298	2262923.1371
1165	346837.3862	2262947.2654
1166	346844.7551	2262947.9187
1167	346997.1912	2262961.4330
1168	347129.0199	2262973.1204
1169	347155.0350	2263133.9719
1170	347173.2230	2263302.1659
1171	347383.2580	2263281.3089
1172	347477.9750	2263579.0159
1173	347618.6281	2263609.4909
1174	347623.3170	2263610.6859
1175	347807.8341	2263652.8668
1176	348170.1590	2263729.8179
1177	348526.2160	2263808.4589
1178	348531.7160	2263809.3869
1179	348766.1871	2263861.6529
1180	348770.3140	2263862.8159
1181	348948.8280	2263902.2689
1182	349410.4480	2264004.2479
1183	349390.8801	2263870.7409
1184	349336.6501	2263761.3659
1185	349319.9460	2263732.8428
1186	349232.5800	2263724.6629

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
1187	349239.8530	2263691.9939
1188	349242.1980	2263607.7489
1189	349251.3750	2263605.5069
1190	349238.3691	2263569.6199
1191	349194.4820	2263544.2769
1192	349231.3761	2263456.4749
1193	349414.9130	2263480.0518
1194	349438.7061	2263555.0799
1195	349501.5991	2263684.7928
1196	349587.4081	2263703.1299
1197	349606.3320	2263736.1599
1198	349614.6158	2263731.0388
1199	349618.0044	2263728.9440
1200	349628.8325	2263722.2500
1201	349655.2980	2263705.8889
1202	349665.9976	2263707.6195
1203	349667.5865	2263707.8765
1204	349668.6384	2263708.0467
1205	349674.2231	2263708.9499
1206	349733.2960	2263695.5518
1207	349738.4200	2263718.2809
1208	349800.4770	2263741.7169
1209	349809.1120	2263719.7209
1210	349838.0781	2263723.3109
1211	349849.3981	2263704.3619
1212	349878.4791	2263690.3649
1213	349878.1640	2263670.5849
1214	349883.0400	2263662.1378
1215	349984.6070	2263701.6579
1216	349995.4510	2263705.4989
1217	350252.5700	2263806.2709
1218	350258.9591	2263807.9439
1219	350458.5061	2263885.9039
1220	350529.1470	2263915.0059
1221	350529.2519	2263917.9615
1222	351387.6660	2263928.2863
1223	351450.8990	2263977.5867
1224	351503.4144	2264003.3085
1225	351540.9253	2264017.2411
1226	351593.4408	2264040.8195

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
1227	351635.2388	2264052.6087
1228	351668.4629	2264049.3935
1229	351704.6724	2264040.3410
1230	351745.6284	2264030.1021
1231	351793.8569	2264037.6043
1232	351809.1965	2264048.9071
1233	351834.5831	2264067.6131
1234	351879.5964	2264077.2588
1235	351895.6725	2264075.1153
1236	351904.4606	2264059.4920
1237	351914.9639	2264040.8195
1238	351922.4661	2263994.7346
1239	351935.3270	2263985.0889
1240	351958.9054	2263979.7301
1241	351980.3403	2263991.5193
1242	352009.2774	2263988.3041
1243	352017.8513	2263960.4388
1244	352028.5688	2263935.7888
1245	352033.9275	2263906.8516
1246	352022.1384	2263870.4123
1247	352003.9186	2263785.7445
1248	352001.7753	2263717.1529
1249	352001.6633	2263686.0766
1250	351848.5158	2263474.9388
1251	351775.6372	2263382.7689
1252	351663.5494	2263255.4827
1253	351649.1715	2263239.1552
1254	351587.2196	2263079.1383
1255	351436.9662	2262984.0802
1256	351420.8900	2262986.2237
1257	351378.0203	2263043.0261
1258	351354.4419	2263044.0978
1259	351279.2140	2262979.2446
1260	351276.0923	2262886.6349
1261	351340.5094	2262886.5515
1262	351391.9531	2262904.7712
1263	351448.8252	2262904.3243
1264	351490.4476	2262899.1215
1265	351554.9624	2262880.3914
1266	351481.0826	2262726.3886

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
1267	351492.5287	2262650.4278
1268	351505.0154	2262605.6837
1269	351526.2570	2262606.7192
1270	351772.7156	2262547.5889
1271	351975.1388	2262225.7445
1272	351978.7509	2262226.5164
1273	352303.6847	2262350.9592
1274	352868.2859	2262730.0486
1275	352975.4449	2262844.1211
1276	352990.8463	2262829.6530
1277	353017.2296	2262781.9834
1278	353027.0174	2262762.1691
1279	353027.0927	2262761.8725
1280	353035.7814	2262727.6643
1281	353066.1174	2262660.0001
1282	353072.9889	2262644.6738
1283	353079.9774	2262603.1542
1284	353082.6160	2262587.4782

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		
WGS 84 ZONA UTM 14 N		
VERTICES	X	Y
1285	353067.5970	2262555.9540
1286	353066.2719	2262553.1726
1287	353038.2527	2262481.4512
1288	353025.1289	2262444.7569
1289	353023.7822	2262440.9914
1290	353015.2460	2262424.5782
1291	353024.5946	2262392.0070
1292	353032.3949	2262364.8300
1293	353049.2071	2262306.2555
1294	353105.0718	2262207.9157
1295	353152.0141	2261970.2064
1296	353160.2951	2261910.0945
1297	353451.4102	2261769.8471
1298	354747.0974	2260825.5431
1299	355276.2652	2260891.6891
1	355279.0291	2260439.1597
ÁREA: 127,378,778.32 m2		

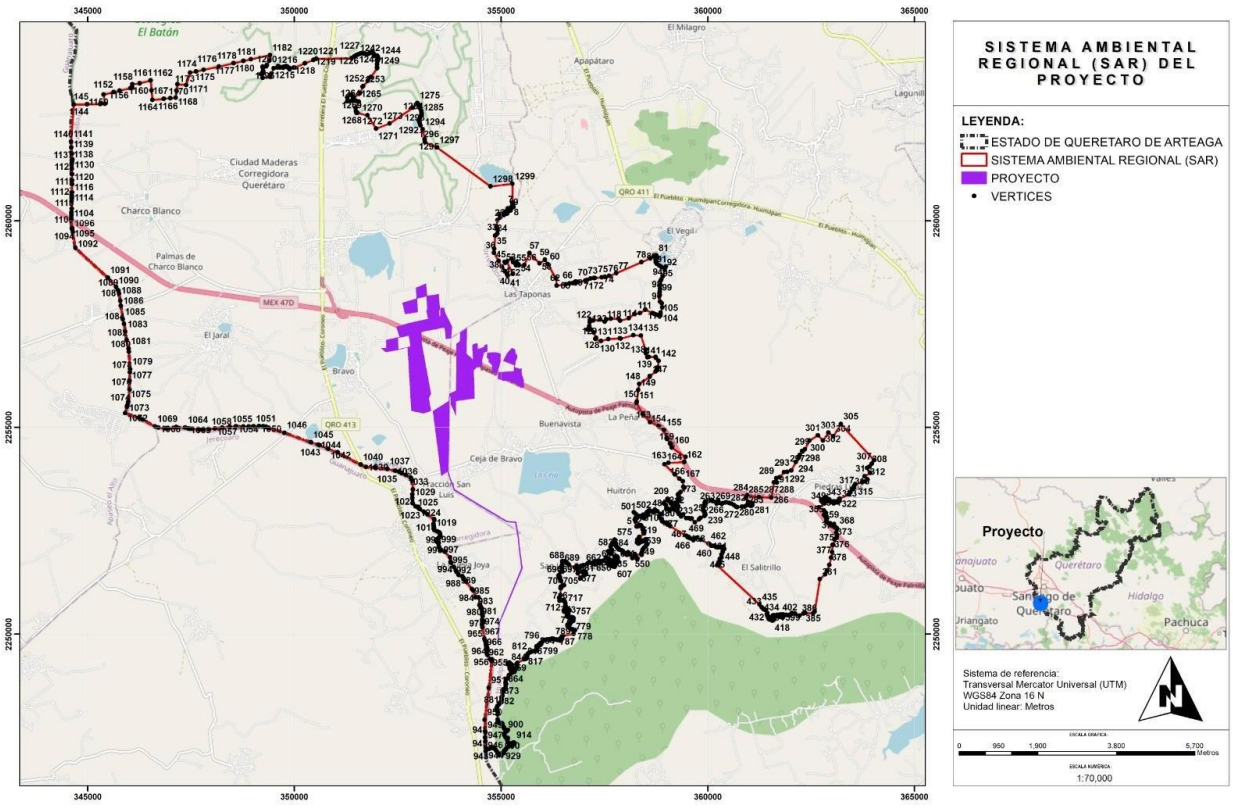


Figura IV.1. Delimitación del SAR del proyecto.

La importancia de esta delimitación deriva de la función que tiene en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) toda vez que se trata del área de referencia a la que se tiene que acudir en todo momento durante el procedimiento. El significado de la alteración de un factor ambiental sólo puede concebirse en términos relativos, en función del tamaño o de la dimensión de ese factor ambiental en el SAR.

- **Delimitación del área de influencia (AI) del proyecto.**

Por otro lado, para la delimitación del AI del proyecto se tomaron en cuenta aquellos procesos que se llevan a cabo en la zona donde se pretende insertar el proyecto, y por el área de distribución o amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto, incluyendo un análisis que evidencie la amplitud de los impactos ambientales que pudiera ocasionar el proyecto, así como un plano topográfico en donde se muestre el área de influencia definida para el proyecto.

Las actividades de preparación del sitio, el uso de maquinaria pesada, el transporte de los componentes de los paneles fotovoltaicos y las líneas de transmisión eléctrica del proyecto, pueden provocar la eliminación de vegetación, la perturbación y compactación del suelo, la erosión del suelo y cambios en las características hidrológicas. Aunque muchas de estas

actividades son relativamente locales y de corta duración en la práctica (por ejemplo, la construcción), pueden tener efectos sustanciales en la calidad del hábitat para una variedad de organismos (National Academy of Sciences, 2007).

Conociendo las obras y actividades del proyecto pretendido, de sus impactos negativos más importantes, tales como la remoción de la vegetación, generación de residuos (orgánicos e inorgánicos por los trabajadores), contaminación lumínica y acústica (ruido) generado por las diferentes actividades dentro del área del proyecto, principalmente. Se procedió a realizar una revisión bibliográfica exhaustiva acerca de los diversos fenómenos, impactos y magnitudes que traerían consigo el establecimiento de tales obras o actividades del proyecto, sobre todo sus impactos y sus alcances. Lo anterior, considerando estudios en proyectos, obras o actividades del mismo tipo o similares como el que se pretende desarrollar mediante el presente, con la finalidad de establecer los límites o umbrales más objetivos en la amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales del proyecto.

Como producto de la revisión se puede verificar que uno de los fenómenos que traería el proyecto es la remoción de vegetación en el área de estudio y la consecuente fragmentación, la presentación del fenómeno del efecto de barrera y efecto de borde que afectará tanto a la flora como a la fauna, también los frentes del trabajo por el proyecto que van a generar residuos diversos que conllevarán la presencia de tambos con residuos. Lo anterior, puede traer consigo la presencia de especies de vectores, fauna exótica o especies consideradas como fauna nociva. De igual modo, la luminosidad de los equipos automotores en la tarde-noche en los días que se oscurece más temprano y los ruidos de las diferentes actividades del proyecto provocarán diferentes afectaciones de comportamiento a la fauna silvestre presente en la zona. Por tal motivo y tomando como base los estudios principalmente realizados para evaluar los impactos ambientales en proyectos de parques fotovoltaicos entre otros, se presentan los siguientes:

Fragmentación. La fragmentación ocurre cuando un hábitat grande y continuo se reduce y se subdivide en dos o más fragmentos. Este fenómeno está casi siempre asociado a la tala de bosques para su conversión en otros usos del suelo, pero también ocurre cuando el área es atravesada por una carretera, canal, línea de transmisión u otra obra de infraestructura que divida el área (Primack, 1998). Si bien, al abrir un camino de acceso y línea de transmisión como se hará en el presente proyecto el área afectada de modo directo puede ser relativamente pequeña, la fragmentación del hábitat tiene dos efectos principales que amenazan la persistencia de las especies, denominados el efecto barrera y el efecto de borde.

Efecto barrera. Este efecto se produce cuando se impide la movilidad de los organismos o de sus estructuras reproductivas, lo que conlleva limitar el potencial de dispersión y colonización de los organismos. El efecto barrera puede originarse por:

- La instalación de cercos perimetrales que restringen el paso de mamíferos medianos y grandes.

- La ocupación continua de grandes superficies con módulos fotovoltaicos, que modifica las rutas habituales de desplazamiento.
- La construcción de caminos internos y áreas de operación que incrementan la presencia humana.
- La iluminación nocturna y el ruido asociado a las actividades de mantenimiento, que pueden provocar que algunas especies eviten la zona.
- La eliminación de vegetación utilizada como corredor biológico.

Los efectos más comunes incluyen:

- Reducción de la conectividad ecológica, limitando el intercambio entre poblaciones de fauna.
- Fragmentación del hábitat, al dividir áreas anteriormente continuas.
- Aislamiento de poblaciones, lo que puede disminuir el flujo genético y afectar la viabilidad de algunas especies.
- Alteración de patrones de alimentación, reproducción y dispersión.
- Incremento del gasto energético de los animales al verse obligados a recorrer rutas más largas para evitar el proyecto.

Efecto de borde. El efecto de borde se presenta cuando un ecosistema es fragmentado y se cambian las condiciones bióticas y abióticas de los fragmentos y de la matriz circundante (Kattan, 2002).

En los parques fotovoltaicos, el efecto de borde se manifiesta principalmente por:

- **Cambios en el microclima**, como variaciones en la temperatura, humedad, velocidad del viento e incidencia de la radiación solar debido a la presencia de los paneles y a la apertura de áreas.
- **Modificación de la vegetación**, favoreciendo especies oportunistas o invasoras en los límites del proyecto y alterando la composición de la flora original.
- **Alteración de la fauna**, ya que algunas especies evitan las zonas de borde por el aumento de la actividad humana, el ruido o la pérdida de cobertura vegetal, mientras que otras pueden verse favorecidas por la disponibilidad de nuevos refugios o recursos.
- **Incremento de la fragmentación del hábitat**, especialmente cuando el proyecto divide áreas continuas de vegetación natural o limita el desplazamiento de la fauna.
- **Mayor exposición a perturbaciones externas**, como incendios, contaminación, ingreso de ganado o especies exóticas.

Generación de residuos. También pueden producirse perturbaciones (aumento de procesos erosivos, riesgo de incendios, furtivismo, molestias a la fauna en épocas sensibles, aportes de residuos, etc.) a consecuencia del incremento de la actividad humana durante los trabajos de construcción y las visitas de mantenimiento en el parque fotovoltaico.

La generación de residuos en un parque fotovoltaico ocurre principalmente durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento. En términos generales, la mayor cantidad de residuos se produce durante la construcción y al final de la vida útil del proyecto (25–35 años), cuando se retiran los módulos fotovoltaicos y demás componentes del sistema (https://www.irena.org/Publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels?utm_source=chatgpt.com).

Como en el caso de la delimitación del SAR, con la finalidad de acotar los polígonos del AI con las diferentes amplitudes de afectación por impactos. A continuación, se presenta la representación esquemática de la delimitación del AI del proyecto:

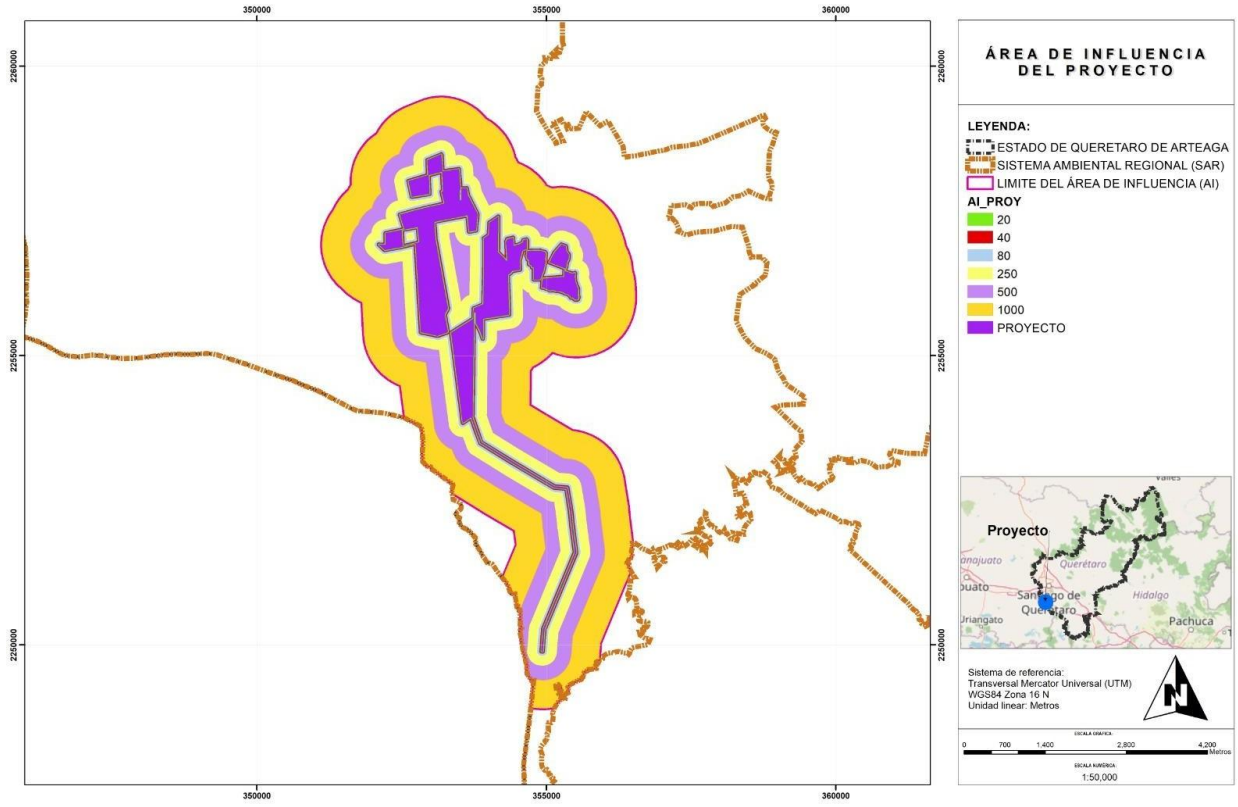


Figura IV.2. Distancias y amplitudes considerados en la delimitación del AI del proyecto.

Las coordenadas delimitantes de cada amplitud de afectación dentro del Área de Influencia del proyecto pueden ser consultadas en el Anexo 02 de este estudio técnico (se presenta de manera electrónica debido a la cantidad de coordenadas en el Anexo 02, de igual forma el tamaño de los radios de afectación del AI pueden consultarse más adelante en el apartado del Diagnostico ambiental).

IV.1.1 Caracterización y análisis del SAR.

A continuación, se describen los factores abióticos y bióticos con el objetivo de determinar el estado “cero” o “sin proyecto” del SAR establecido. Particularmente, para el factor aire, al ser un proyecto enfocado en la producción de energía eléctrica a partir de un recurso renovable, no contempla emisiones de grandes cantidades de contaminantes a la atmósfera.

Nota. Es de suma importancia mencionar que las coordenadas delimitantes de cada amplitud de afectación en el área de influencia (AI) están ordenadas de manera consecutiva y de principio a fin, sin embargo, a diferencia del polígono SAR, este último por ser un polígono figura más regular tiene un inicio y cierre. En contraparte, los polígonos de AI dado que son producto de buffer de diferentes tamaños de amplitud (que simularían los rangos de afectación por los impactos más importantes que traerá consigue el proyecto) y que en ciertas partes existen fusiones de lados y por ende, impide el inicio y cierre perfecto de un solo polígono; sino más bien un puede existir dos o más inicios-cierre de los diferentes lados que se unen. Asimismo, esta manera de presentar es la más idónea, lo anterior con la finalidad de proporcionar una superficie o área de cada amplitud del AI del proyecto.

Asimismo, con la finalidad de facilitar los insumos con los cuales se construyeron los diferentes polígonos: SAR y AI, se proporcionan la Base de datos de Excel denominado Coordenadas del SAR y AI, Carpeta denominada SHP SAR Y AI con todos archivos vectoriales en formato Shapefile del SAR y AI con sus vértices delimitantes y la Carpeta denominada COORDENADAS_CSV_SAR y AI en donde encontraran en formato CSV delimitado por comas (archivo Excel) del SAR y AI y las superficies de estos (Ver Anexo 08 de este estudio técnico).

IV.1.1.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

IV.1.1.1.1 Medio abiótico.

Clima.

El SAR está situado dentro de la zona intertropical mundial la cual se caracteriza por la presencia de todo un conjunto de condiciones generales, las que comparte con las demás áreas que comprende esta porción del globo terrestre, aun cuando diversas influencias de carácter local pueden causar modificaciones importantes sobre los rasgos macro climáticos.

A continuación, se considerarán de manera particular, solo aquellos aspectos climatológicos que pueden determinar la viabilidad ambiental del Proyecto o que, en caso extremo pudieran ser afectados por éste, y que sean uno de los sustentos que definan o acoten el estado de la calidad del SAR.

La clasificación climática de Köppen modificada por García (2004), es un sistema ampliamente utilizado en México para describir y delimitar los tipos de clima del país. La modificación incorpora criterios más precisos de temperatura y precipitación que permiten representar con mayor exactitud la diversidad climática del territorio mexicano.

En México, los principales grupos climáticos definidos en esta clasificación son:

Climas cálidos (A): Estos presentan temperatura media anual mayor a 22 °C. Se caracterizan por ambientes tropicales con lluvias abundantes o estacionales. Ejemplos:

- Cálido húmedo con lluvias todo el año
- Cálido subhúmedo con lluvias en verano

Climas templados (C): Se caracterizan por tener una temperatura media anual entre aproximadamente 12 °C y 18 °C, generalmente asociados a zonas montañosas o altitudes medias. Las lluvias suelen concentrarse en verano.

Climas secos (B): Se caracterizan por baja precipitación anual y alta evaporación. Incluyen climas áridos y semiáridos típicos de zonas desérticas y semidesérticas.

Climas fríos (E): Estos están presentes en zonas de alta montaña, con temperaturas medias muy bajas y frecuentes heladas.

De manera particular, dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto existen y convergen al menos 2 tipos, mismos que se pueden observar en la siguiente figura:

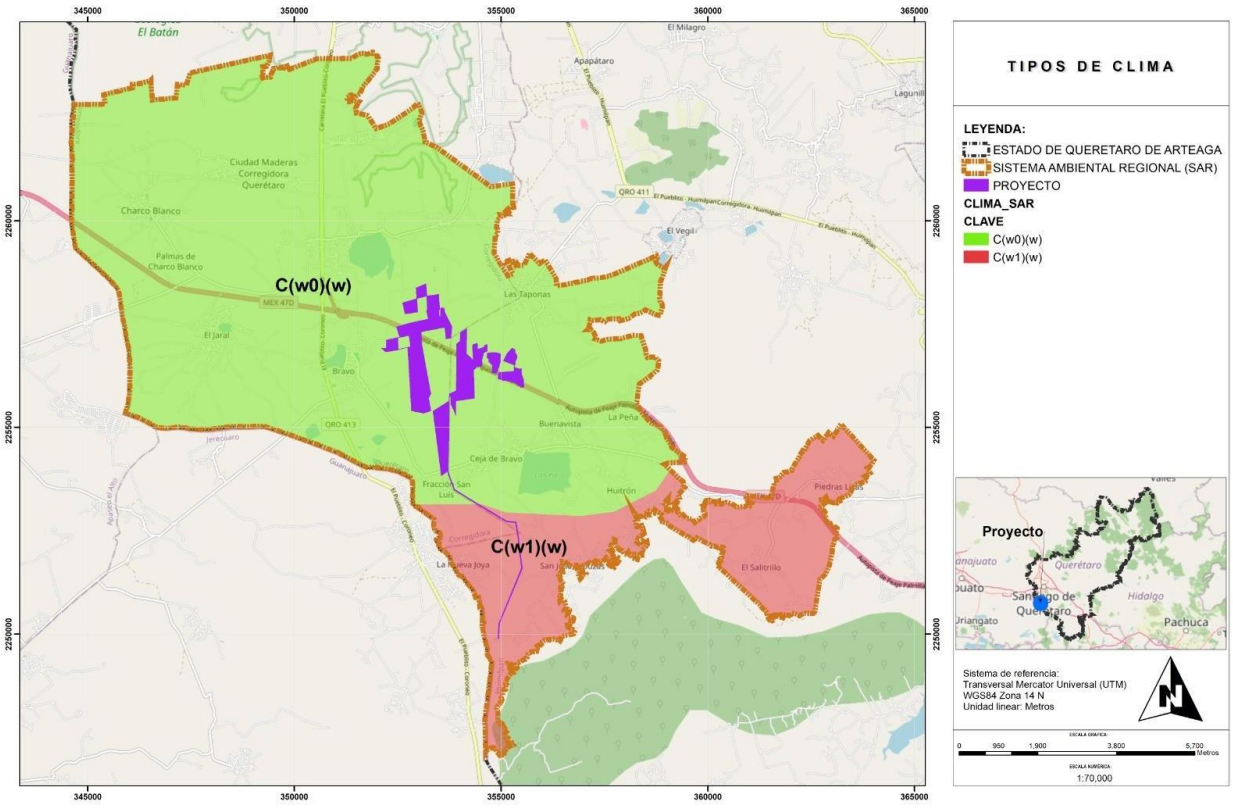


Figura IV. 3. Tipos y subtipos climáticos que se presentan en el SAR. Tomado de INEGI, 2008.

A continuación, se describen las características de los tipos y subtipos de clima que se encuentran el SAR del proyecto:

Los tipos de clima encontrados a lo largo del proyecto y del SAR son:

- Cw0
- Cw1

Cw1. Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frio entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC.

Cw0. Templado, subhumedo, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frio entre -3ºC y 18ºC la temperatura del mes más caliente bajo 22ºC.

A continuación, se presenta la descripción de la precipitación, temperatura y evaporación del SAR de estudio:

Precipitación media anual.

En regiones tropicales de México, como en el estado de Querétaro, la precipitación media anual suele concentrarse durante la temporada de lluvias que ocurre principalmente entre mayo y octubre, influenciada por fenómenos meteorológicos como ondas tropicales, ciclones y sistemas de baja presión. La distribución temporal de la lluvia es un factor clave para la vegetación, los ecosistemas y las actividades productivas. De acuerdo a la cartografía de precipitación media anual del país editada por el INEGI (2006) indica que en el área del SAR se encuentran tres rangos de precipitación: de 600 a 800 mm, de 600 a 800 mm y de 800 a 1200 mm, tal como se puede observar:

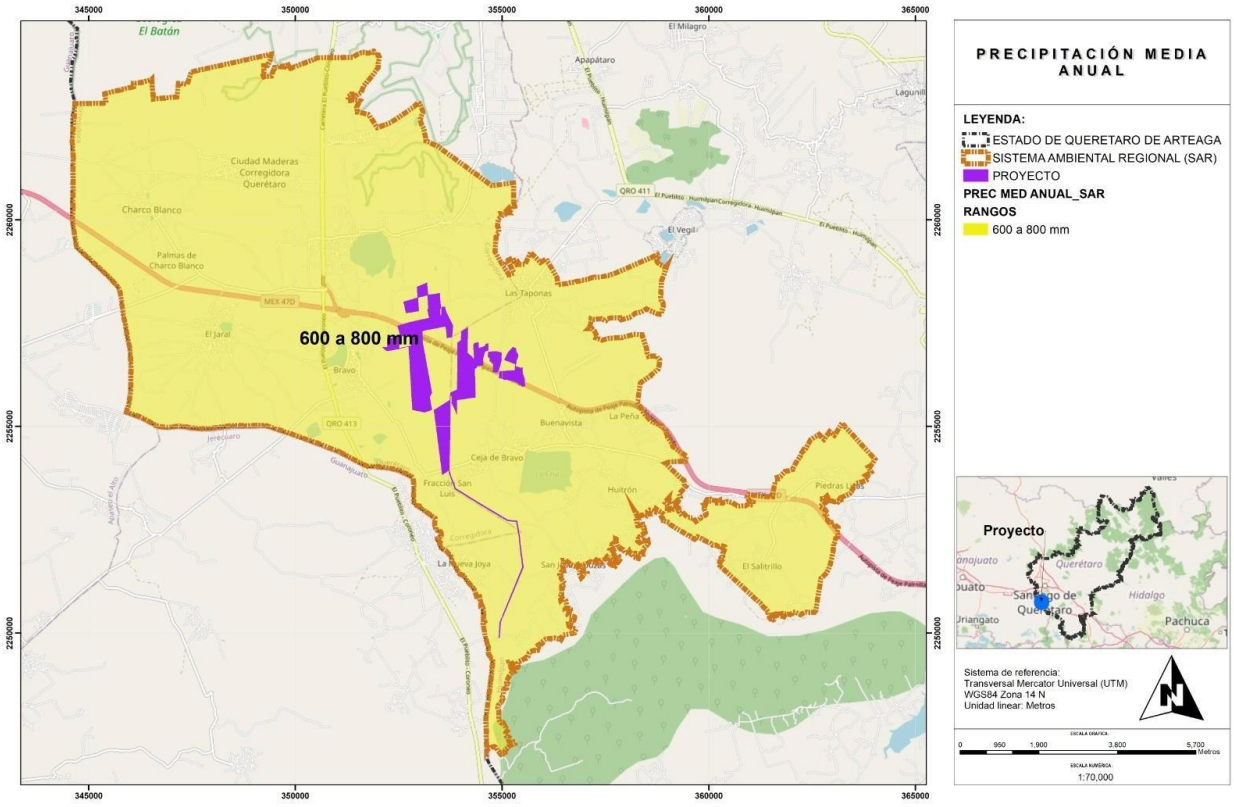


Figura IV.4. Precipitación media anual presente en el SAR. Tomado de INEGI, 2006.

Un rango de precipitación anual de 600 a 800 mm indica que una región recibe entre 600 y 800 milímetros de lluvia al año, lo que representa una precipitación moderada. En términos hidrológicos y ecológicos, este intervalo implica que existe una suficiente disponibilidad de agua para sostener una vegetación natural, de igual forma este rango de precipitación es compatible con ecosistemas como matorral pastizal y bosques o selvas secas, dependiendo de factores como la temperatura, el tipo de suelo y la evapotranspiración.

Temperatura media anual.

La temperatura es una medida del calor en un medio determinado, y corresponde siempre a la misma cantidad de calor o energía calorífica. Por ende, en la atmósfera, siempre que se observa una temperatura dada, está presente aproximadamente la misma cantidad de energía calorífica. Es por ello que este dato resulta de mucha utilidad a los meteorólogos, y se efectúan mediciones de la temperatura del aire a diversas alturas de la atmósfera y en diversas condiciones.

De acuerdo a la cartografía de temperatura media anual del país editada por el INEGI (2007) indica que en el área del SAR se encuentra en una zona catalogada con una temperatura que oscila entre 14 a 18° C, tal como se puede observar a continuación:

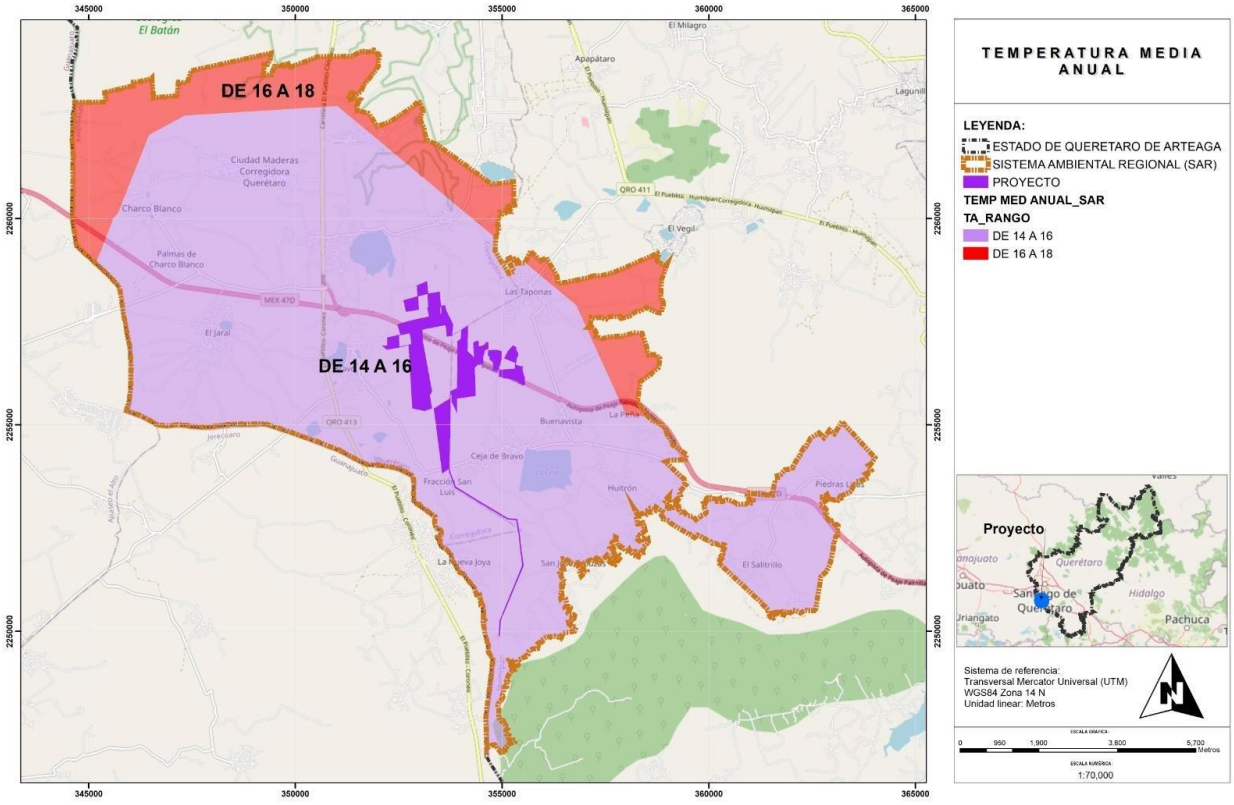


Figura IV. 5. Temperatura media anual presente en el SAR. Tomado de INEGI, 2007.

Fenómenos meteorológicos.

A continuación, se describen los fenómenos meteorológicos más frecuentes que afectan el SAR del proyecto:

Heladas. Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0 °C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella. Durante

los meses fríos del año en México (noviembre-febrero), se presentan temperaturas menores de 0 °C debido al ingreso de aire polar continentales, generalmente secas, provenientes de Estados Unidos. Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que desde finales del otoño, se desplazan de norte a sur sobre el país.

Este fenómeno puede provocar pérdidas a la agricultura y afectar a la población de las zonas rurales y ciudades; sus inclemencias la sufren, sobre todo, las personas que habitan en casas frágiles o que no cuentan con techo.

La zona del proyecto se clasifica por el Centro Nacional de Prevención de Desastres como una zona baja para la incidencia de heladas.

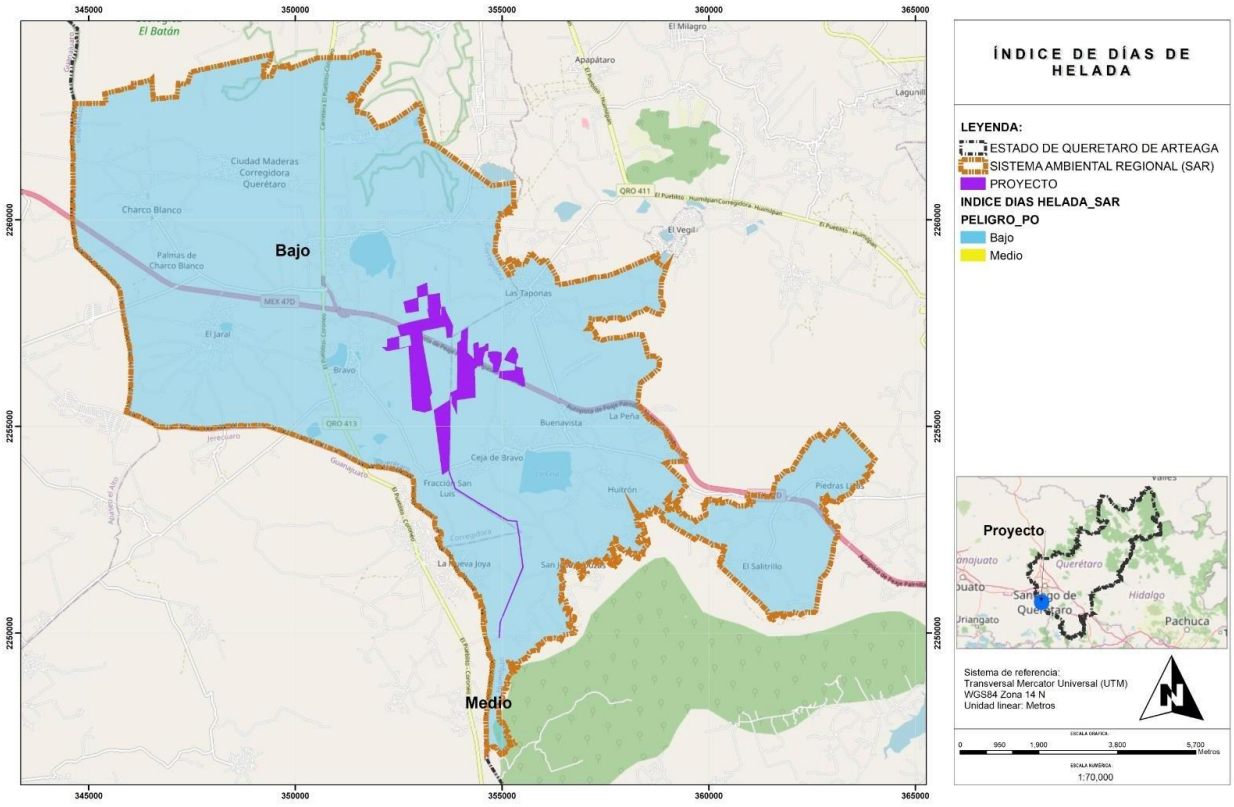


Figura IV. 6. Índice de heladas presente en el SAR. Tomado de INEGI, 2007.

Granizo. El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulunimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento características de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una

temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm; las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

Conforme al Atlas Nacional de Riesgos elaborado por el CENAPRED, el área del proyecto y el SA se encuentran en una zona donde el riesgo por granizadas es muy bajo.

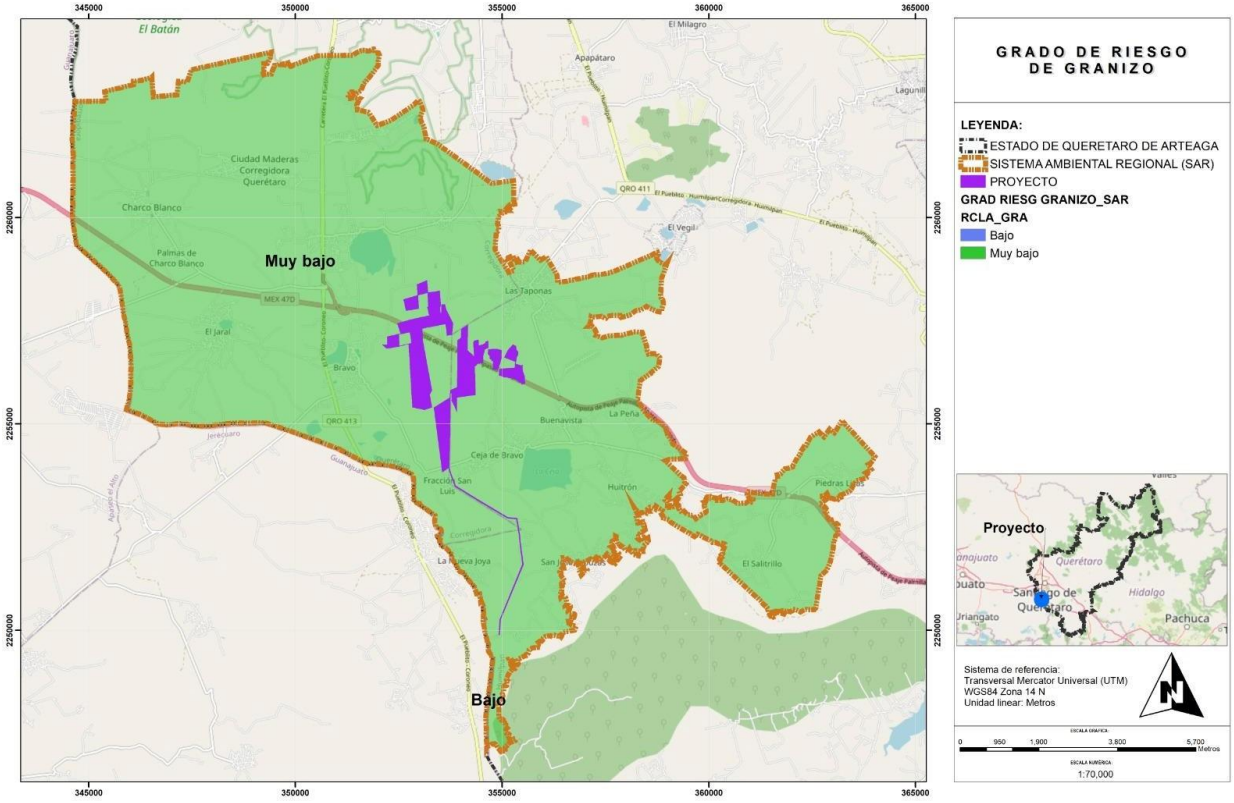


Figura IV. 7. Grado de riesgo de granizo presente en el SAR. Tomado de INEGI, 2007.

Huracanes. Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañada de lluvias intensas. Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y se desplazan hacia el oeste. Se presentan durante la época cálida.

Los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta y lluvia. Los efectos positivos, es que traen consigo lluvias para las cosechas de temporada, el riego en zonas semiáridas.

De acuerdo con el Atlas de riesgo 2018 y debido a la ubicación geográfica del proyecto, el riesgo de ciclones es muy bajo.

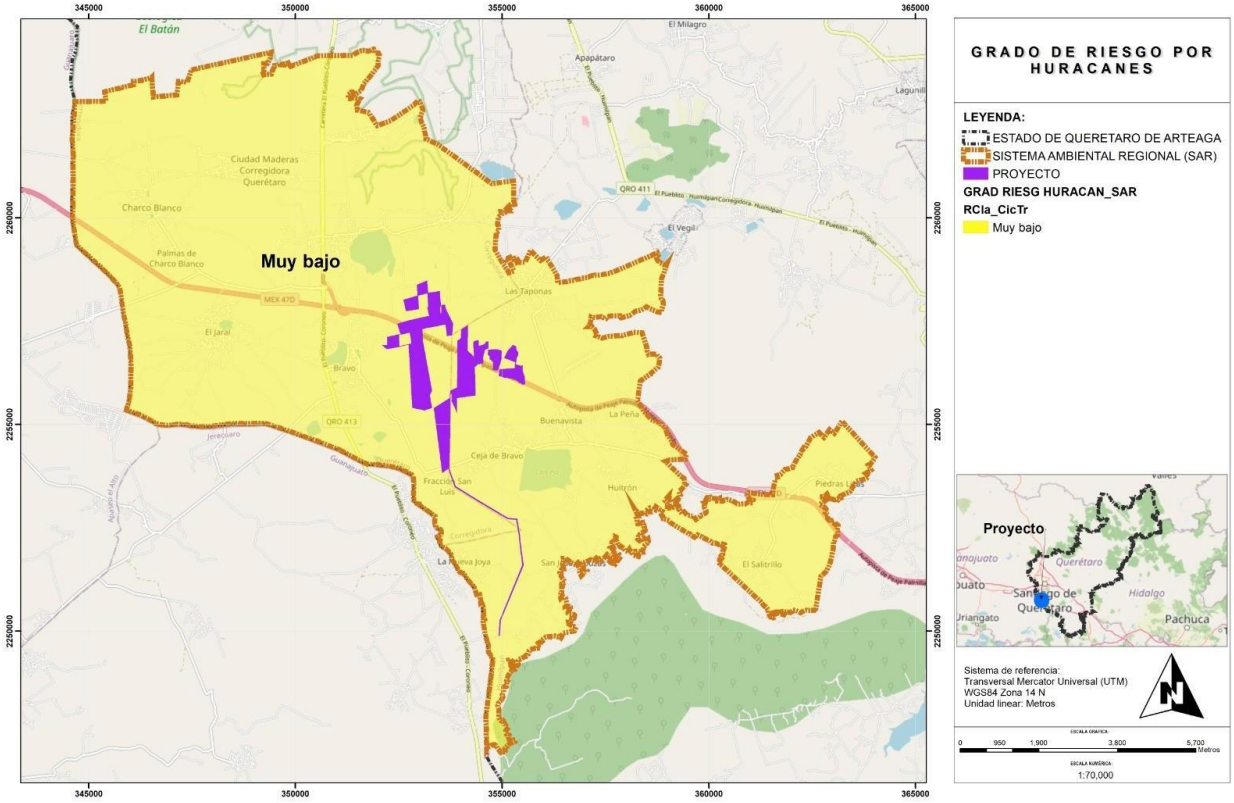


Figura IV. 8. Grado de riesgo de ciclones tropicales en el SAR. Tomado de Atlas de riesgo 2018.

Sequías. Con respecto a este rubro, cabe mencionar que las sequías afectan principalmente a los estados del norte del país. En orden de severidad de sus efectos desfavorables, los estados que son más afectados por las sequías son: Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala; por su parte, el estado de Yucatán y el SAR como tal, no se ve fuertemente afectado por las sequías con respecto al resto del país.

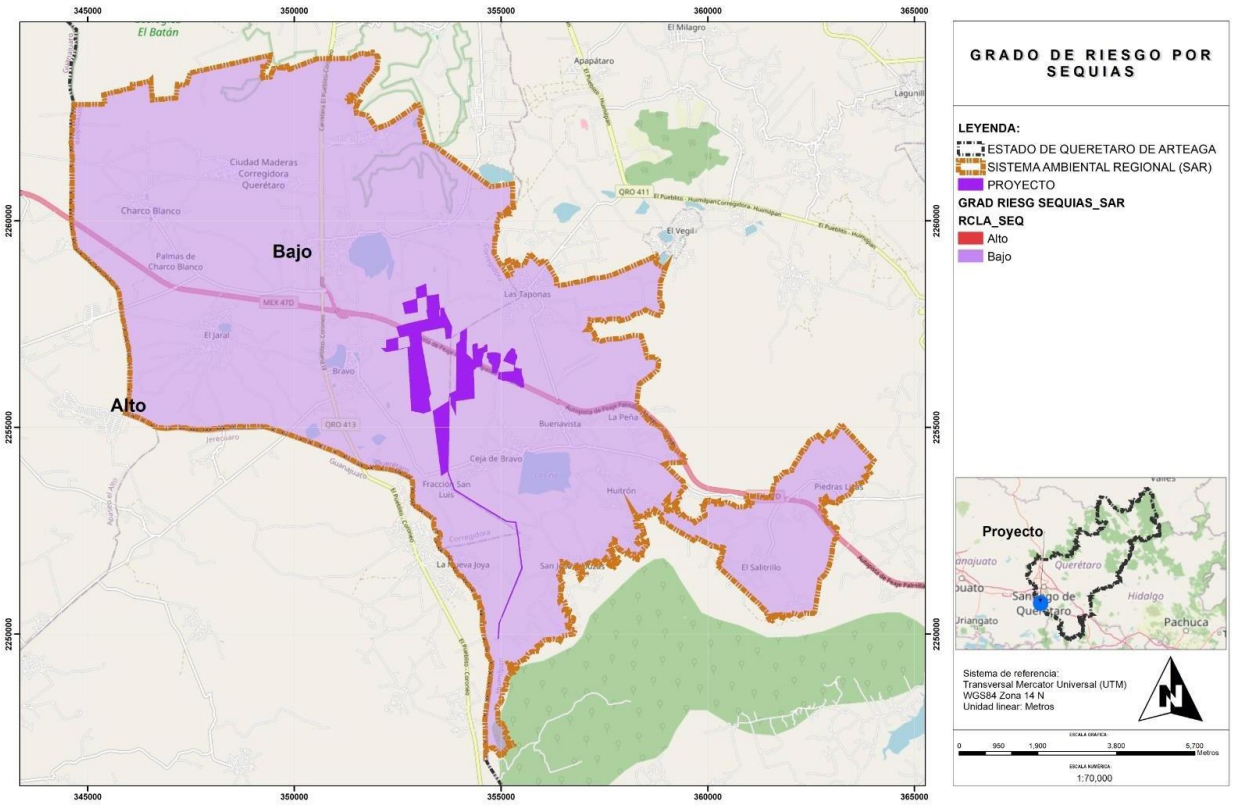


Figura IV.9. Grado de riesgo de ciclones tropicales en el SAR. Tomado de CENAPRED, 2018.

Geología y Geomorfología.

El municipio de Huimilpan y La Corregidora se encuentra localizado en el Suroeste del estado de Querétaro, forma parte de la Sierra Queretana, misma que pertenece a la Sierra Madre Oriental. En la parte Este, limita con los municipios de Pedro Escobedo, Amealco de Bonfil y una mínima parte de San Juan del Río, al Oeste limita con el municipio de Corregidora y el estado de Guanajuato, en la parte Sur colinda con el municipio de Amealco de Bonfil y los estados de Michoacán de Ocampo y Guanajuato; al Norte colinda con los municipios de El Marqués, Querétaro y Pedro Escobedo.

El municipio de Huimilpan forma parte de la Sierra Queretana, encontrándose algunas elevaciones de importancia, dentro de las cuales destaca el Cerro de Santa Teresa con 2,500 msnm. Otros de mayor altura son: Bravo (2,820 msnm), Capula, el Picacho y el de la Cruz que alcanza 2 650 msnm.

La geomorfología superficial donde se ubica el proyecto es el de Lomerío, el cual se caracteriza por tener una superficie plana o con muy poca inclinación, sin cerros o depresiones grandes, y formada comúnmente por la acumulación de materiales.

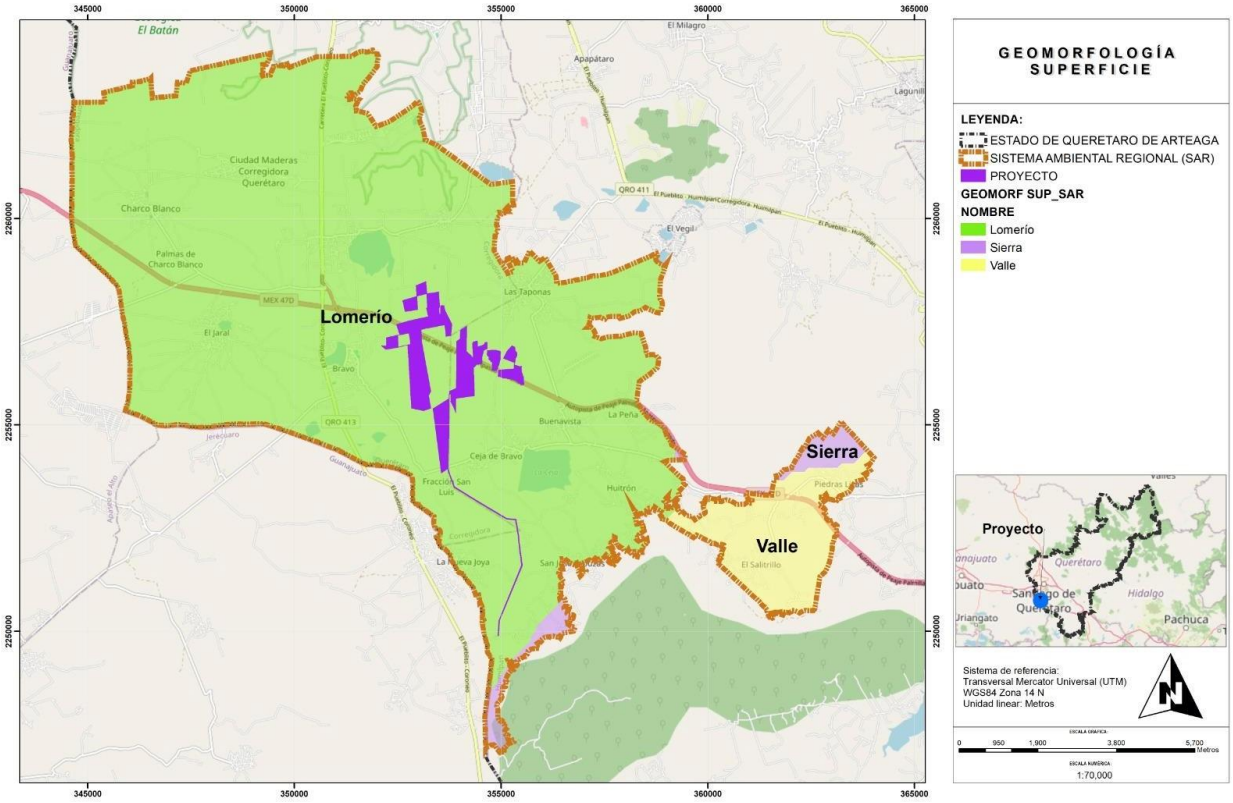


Figura IV.10. Ubicación del predio con relación a la geomorfología superficial.

El SAR donde se ubica el predio del proyecto, localizado en los municipios de Huimilpan y Corregidora, estado de Querétaro, presenta una geomorfología resultada de la interacción de procesos tectónicos, volcánicos, erosivos y sedimentarios ocurridos desde el Neógeno (antes denominado Terciario superior) hasta el Cuaternario. La evolución del relieve ha dado origen a un paisaje conformado por lomeríos, piedemontes, planicies y valles intermontanos que actualmente sustentan actividades agrícolas y pecuarias.

Las unidades geomorfológicas desarrolladas sobre materiales del Neógeno, particularmente del Mioceno y Plioceno, corresponden a depósitos volcánicos y volcano sedimentarios que forman lomeríos de pendientes suaves a moderadas. Estas geoformas representan superficies relativamente estables, donde la acción prolongada de la intemperización ha favorecido la formación de suelos de espesor medio a profundo, aptos para el desarrollo de la agricultura de temporal y otras actividades productivas. En estas áreas predominan procesos de erosión laminar de baja intensidad, condicionados principalmente por la cobertura vegetal, el uso del suelo y el régimen de lluvias.

Por su parte, las geoformas correspondientes al Cuaternario se encuentran asociadas a depósitos aluviales y coluviales originados por la dinámica de los escurrimientos superficiales. Estos materiales conforman planicies aluviales, terrazas fluviales y abanicos de acumulación localizados en las partes bajas del relieve, caracterizados por pendientes reducidas y materiales

poco consolidados. Estas unidades desempeñan un papel importante en la infiltración del agua y la recarga de los acuíferos, además de constituir las superficies con mayor aptitud para el aprovechamiento agrícola debido a la profundidad y fertilidad de sus suelos.

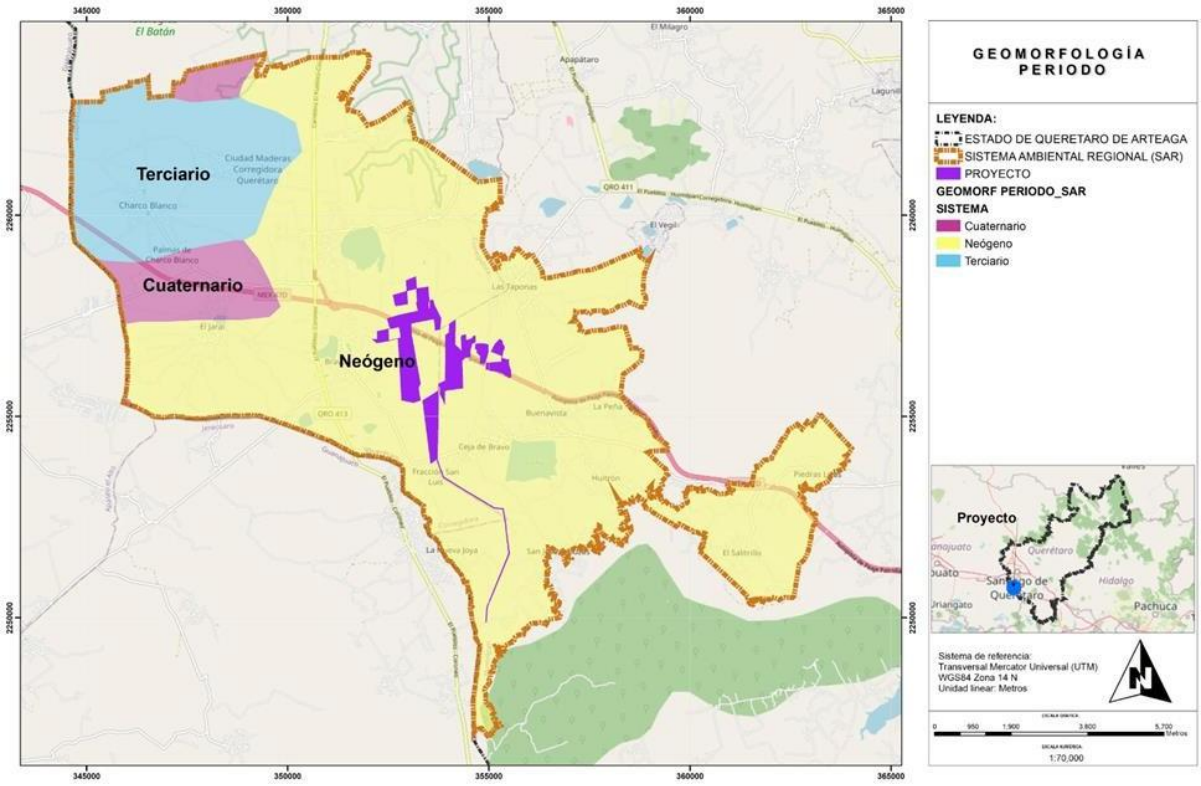


Figura IV.11. Ubicación del predio con relación a la geomorfología periodo.

Fallas y fracturas.

La falla Huimilpan, con orientación N80°E y buzamiento al N, tiene una longitud de 7.5 km y corta a la falla Querétaro-sur. Tiene un escarpe bien definido con un desnivel entre 50 y 100 m. En el bloque levantado afloran rocas volcánicas ácidas de edad desconocida y en el bloque hundido material epiclástico. Su desplazamiento se estima mayor que 100 m.

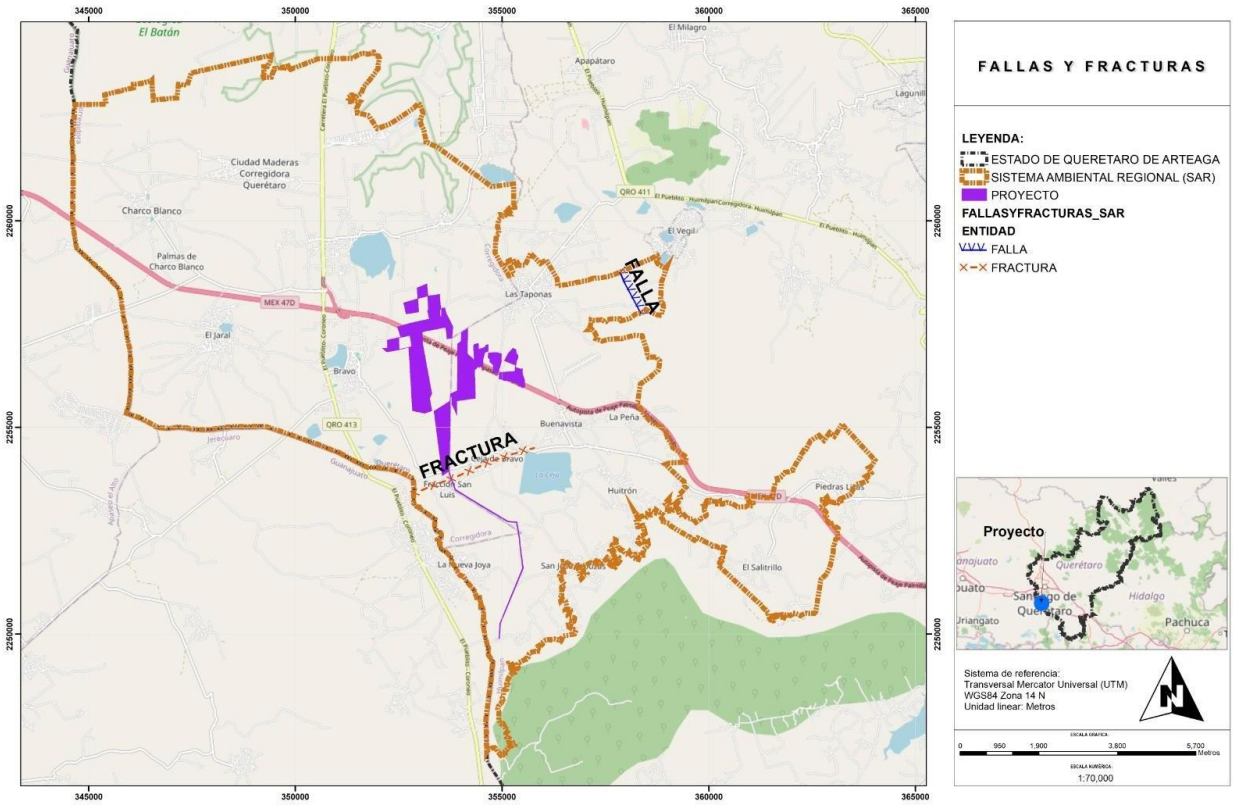


Figura IV.12. Fracturas y fallas en el SAR. Tomado del INEGI (2002).

Suelo.

El suelo es la capa de transición que existe entre la Litósfera y la Biósfera. Aparece como producto de la transformación de la corteza sólida terrestre debido al influjo de condiciones ambientales específicas dentro de un hábitat biológico determinado, que dan como resultado un desarrollo específico, en función de su situación geográfica. Partiendo de este concepto, el suelo es el resultado de un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en un espesor limitado, los dos primeros metros de la superficie que es donde se asienta la mayor actividad biológica.

Los factores que condicionan la evolución de un suelo, son el clima, la topografía, los organismos vivos, material geológico, el tiempo transcurrido y el hombre (por las actividades que este desarrolle sobre él); el resultado es la formación de un perfil de suelo, sucesión típica de capas horizontales que denota el conjunto de factores que han intervenido en su formación.

De acuerdo a la cartografía edafológica Serie II del INEGI (2024) indica que el SAR del proyecto se encuentra compuesto por dos usos o atributos distinto a los suelos (cuerpo de agua y localidad) y tres tipos de suelo tales como Leptosol, Vertisol y Phaeozem tal como se puede observar:

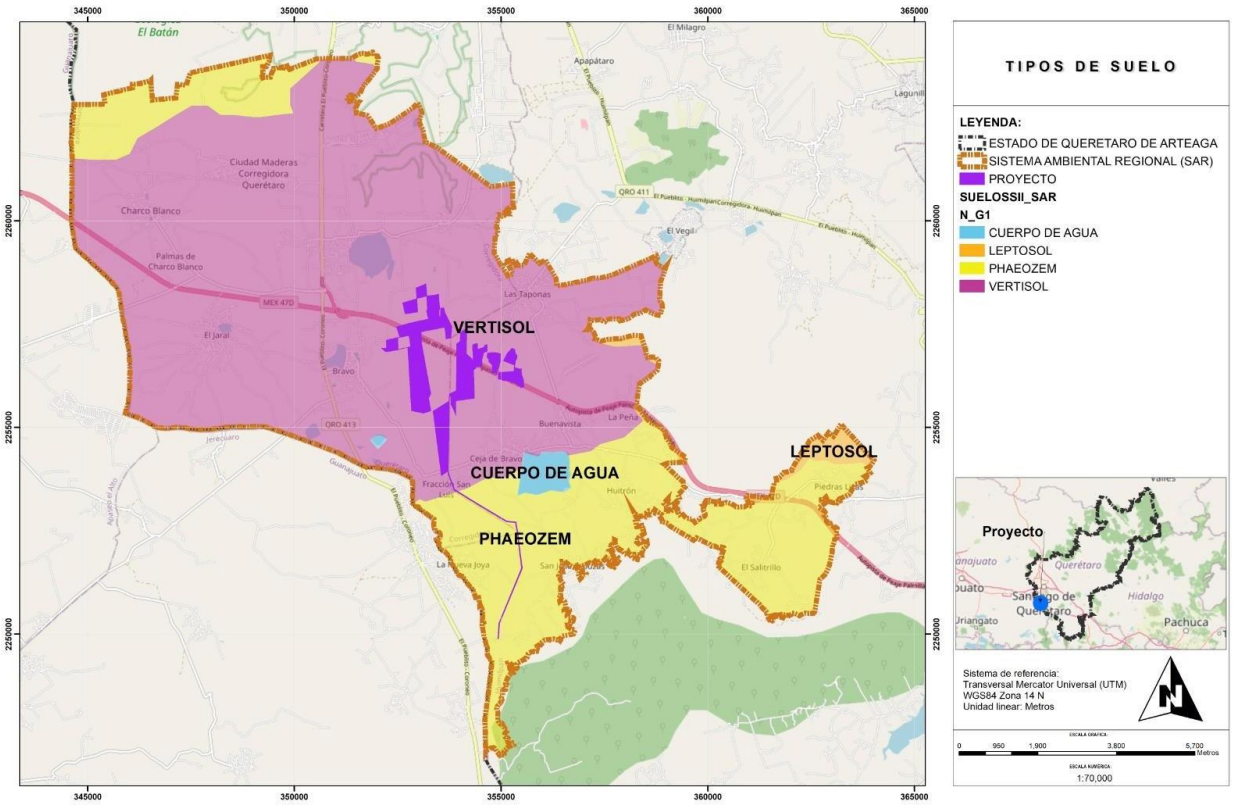


Figura IV. 13. Tipos de suelo presente en el SAR del proyecto. Tomado de la Carta Edafológica Serie II del INEGI, 2024.

De acuerdo a la Guía para la interpretación de la Cartografía. Edafología. Serie II del INEGI (2011) se tiene las siguientes consideraciones y características para los tipos de suelo presente en el SAR:

Leptosol. Del griego teptos, delgado. Del griego Lithos, piedra. Incluyen los antiguos Litosoles y otros suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de '80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente como la Giganta, del Burro, la Paila, San Carlos, del Pinacate y la Sierra Lacandona. También son abundantes en la Mixteca Alta oaxaqueña, el Carso Huasteco, al pie de la Sierra Madre Occidental y en todos los sistemas de cañones. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la Península de Yucatán. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.

Phaeozem. Del griego phaios, oscuro, y del ruso zemlja, tierra. Suelos de clima semiseco y subhúmedo, tipos BS"(A)C y Awo' de color superficial pardo a negro, fértiles en magnesio y potasio, aunque con muy pocos o ningún carbonato en el subsuelo. El relieve donde se

desarrollan estos suelos es generalmente plano o ligeramente ondulado. En México constituyen los suelos más importantes para la agricultura de temporal, por ejemplo, en los Altos de Jalisco, las llanuras de Querétaro, Hidalgo y norte de Guanajuato, en la Gran Meseta Chihuahuense, al pie de la Sierra Madre Occidental y en numerosos valles del sur y sureste de México.

Vertisol. Suelos llamados pesados, se crean bajo condiciones alternadas de saturación, sequía, se forman grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles. Mediante un buen programa de labranza y drenaje son bastante fértiles para la agricultura por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas. Las obras de construcción asentadas sobre estos suelos deben tener especificaciones especiales para evitar daños por movimiento o inundación. Son bastante estables frente a la erosión y tienen

Cuerpos de agua. Aquí se incluye información de elementos que no forman parte del suelo ni de las áreas manejadas pero que incide sobre ellas.

En cuanto al estado de conservación o afectación del suelo por erosión dentro del SAR, se tiene lo siguiente:

La erosión del suelo se clasifica principalmente de acuerdo con el agente que provoca el desprendimiento y transporte de las partículas del suelo. Esta clasificación permite identificar los procesos que afectan la degradación del suelo y facilita su estudio, así como su manejo en diferentes regiones del país.

Uno de los tipos más comunes es la erosión hídrica, la cual es ocasionada por la acción del agua de lluvia y los escurrimientos superficiales. Este tipo de erosión se presenta cuando el impacto de las gotas de lluvia y el flujo del agua sobre la superficie del terreno desprenden y transportan partículas del suelo, provocando la pérdida de la capa fértil. La erosión hídrica puede manifestarse en diferentes formas, como la erosión laminar, en surcos y en cárcavas, dependiendo de la intensidad del proceso y de las condiciones del terreno.

Otro tipo relevante es la erosión eólica, la cual se produce cuando la acción del viento desprende, transporta y deposita partículas del suelo. Este fenómeno se presenta con mayor frecuencia en regiones áridas y semiáridas, donde la cobertura vegetal es limitada y el suelo queda expuesto a la acción directa del viento. Como consecuencia, puede ocurrir la pérdida de las fracciones más finas y fértiles del suelo, además de la formación de acumulaciones de sedimentos, como dunas o pequeños montículos.

De acuerdo a la cartografía de erosión del suelo Serie I del INEGI (2014) indica que en una gran área del SAR se presenta una erosión hídrica leve, tal como se puede observar a continuación:

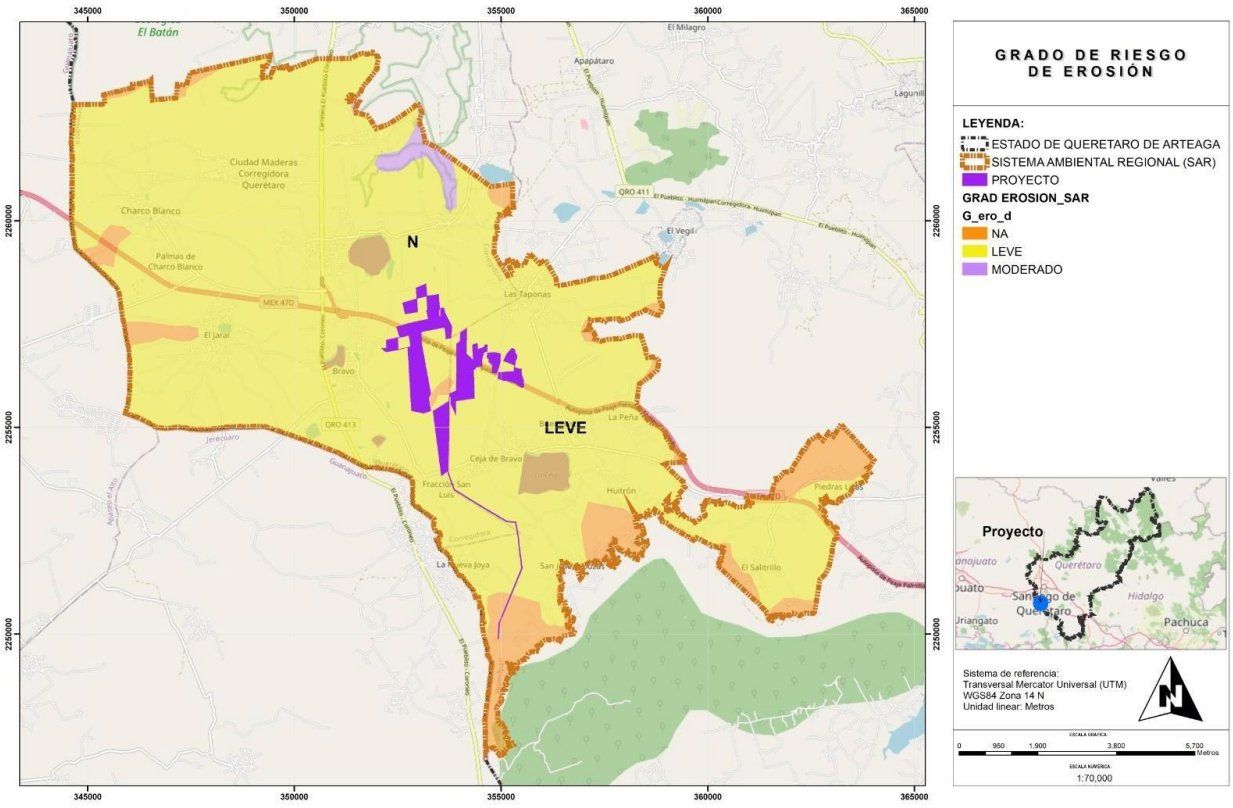


Figura IV. 14. Tipos de erosión del suelo presente en el SAR del proyecto. Tomado de la carta de erosión de suelo Serie I del INEGI, 2014.

Hidrología.

Se entiende por Región Hidrológica al área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados, Distrito Federal y municipios (Ley de Aguas Nacionales 1992.Última reforma publicada DOF 18-04-2008).

En la imagen se puede apreciar que los cuerpos de agua son intermitentes, es decir que solamente se forman en temporadas de lluvia.

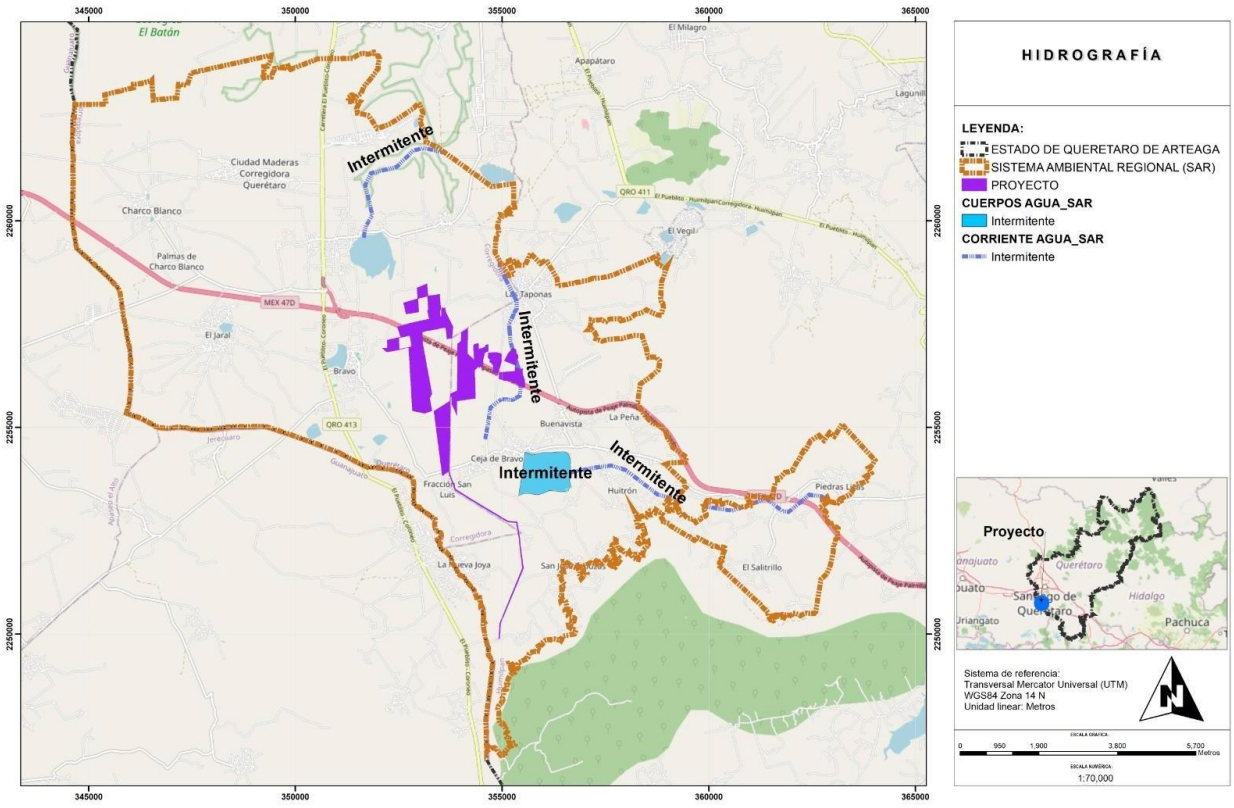


Figura IV. 15. Hidrografía presente en el SAR del proyecto.

IV.1.1.1.2 Medio biótico.

a) Vegetación.

La vegetación del SAR se encuentra con un alto grado de disturbio causado principalmente por la deforestación y practicas agropecuarias, lo que ha contribuido a la perdida de diversidad (flora y fauna), degradación y pérdida parcial o total de suelos en amplias superficies; produciendo zonas con alta erosión, inhabilitándolas para la agricultura o practicas pecuarias.

Se tomó en cuenta la delimitación geográfica y la cobertura para los tipos vegetación y usos presente en el SAR y el estado ambiental que reportan las principales comunidades, para ofrecer una base que extrapole esa situación al resto del SAR.

Caracterización de la vegetación a nivel cartográfico y bibliográfico.

La caracterización a nivel cartográfico de la vegetación se llevó a cabo con la Carta de Uso del suelo y Vegetación, escala 1:250 000 de la Serie VII del INEGI (2018), tal como se puede observar en la siguiente figura:

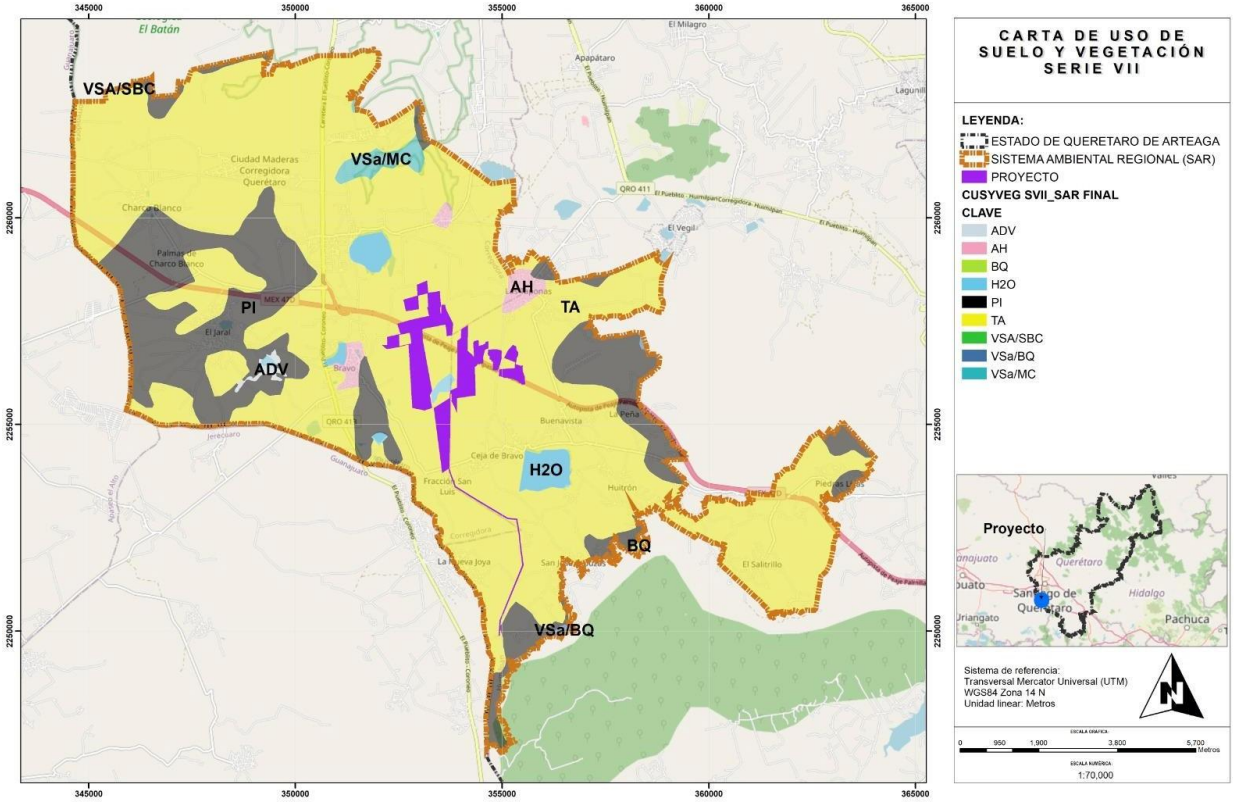


Figura IV.16. Localización del proyecto en carta de vegetación. Tomada de Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, 2018.

Usos de suelo presentes en el SAR.

Con base a los usos y tipos de vegetación presente dentro del SAR se pudo observar que existen ocho tipos de usos (recursos diferentes a la vegetación como tal y actividades antrópicas) y nueve tipos de vegetación, tal como sigue:

- Asentamientos humanos (AH)
- Cuerpos de agua (H20)
- Pastizal Inducido (PI)
- Agricultura de temporal anual (TA), este uso es el que predomina en el área del proyecto.

Tipos de vegetación presentes en el SAR.

La clasificación de la vegetación en primaria y secundaria permite identificar el grado de conservación o alteración de las comunidades vegetales dentro de un territorio, lo cual es fundamental para los estudios de uso del suelo, biodiversidad y evaluación ambiental. Como se puede observar los tipos de vegetación presente dentro del SAR son los siguientes:

- Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC)
- Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ)
- Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule (VSa/MC)

De acuerdo a la Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación, escala 1:250 000, Serie VI del INEGI (2017), que fue usado de base para la edición de los atributos de la cartografía de la Serie VII del INEGI (2018) se tienen las siguientes descripciones para los usos y tipos de vegetación presente dentro del SAR:

Asentamientos humanos y cuerpos de agua (AH y H20). Aquí se incluye información de elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que incide sobre ellas.

Pastizal Inducido (PI). Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

Agricultura de temporal anual (TA). Este tipo de vegetación son cultivos que se clasifican según su temporalidad, en este caso anual, donde sobresalen aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

Selva Baja Caducifolia (SBC). Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900m, rara vez hasta 2 000m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacifico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros Agave, Opuntia, Stenocereus y Cephalocereus.

En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato); *Bursera sp*. (cuajiote, papelillo, copal, chupandia); *Lysiloma sp.* (tsalam, tepeguaje); Jacaratia mexicana (bonete); *Ceiba sp*. (yaaxche, pochote); *Bromelia penguin* (chom); Pithecellobium keyense (chukum); *Ipomoea sp.* (cazahuate); *Pseudobombax sp.* (*Amapola, clavellina*); Cordia sp. (ciricote, cuéramo); *Havardia acatlensis* (barbas de chivo); *Amphipterygium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena leucocephala* (waxim, guaje); Erythrina sp. (colorín), *Lysiloma divaricatum*, *Ocotea tampicensis*, *Ceiba aesculifolia*, *Diospyros cuneata*, *Hampea trilobata*, *Maclura tinctoria*, *Metopium brownei*, *Parmenteria aculeata*, *Piscidia piscipula*, *Alvaradoa amorphoides* entre otras.

Bosque de Encino (BQ). Son comunidades arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas integradas por múltiples especies del género Quercus (encinos, robles) que, en México, salvo condiciones muy áridas se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2 800m. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros.

Matorral Crasicaule (MC). Se localiza principalmente en las zonas semiáridas del centro y norte del país, su distribución marcaría los límites tropical y templado al interior del desierto Chihuahuense para las especies de portes más altos. Estas comunidades se desarrollan preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 y 600mm y la temperatura es de 16 a 22°C en promedio anual y con temperaturas mínimas de 10-12°C.

En algunas partes de San Luis Potosí y de Guanajuato se le asocia *Myrtillocactus geometrizans* y a veces también *Stenocereus spp*. Por otro lado, *Yucca decipiens* puede formar un estrato de eminencias, mientras que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos, como por ejemplo, especies de *Mimosa spp., Acacia spp., Dalea spp., Prosopis spp., Rhus spp., Larrea* sp., Brickellia sp., Eupatorium sp., Buddleja sp., Celtis sp., etcétera. El Matorral Crasicaule que se establece en la parte central de Zacatecas y algunas zonas adyacentes de Durango, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí se presenta como cubierta vegetal de plantas del género Opuntia, siendo las principales especies dominantes de estas "nopaleras" *Opuntia streptacantha* (Nopal Cardón) y *Opuntia leucotricha*. Algunas especies comunes son: O. hyptiacantha, O. robusta, O. leucotricha, O. cantabrigiensis, *O. tomentosa, O. violacea, O. imbricata* (Cardenche), *O. cholla* (Cholla), y otras diversas asociaciones que dependiendo del gradiente latitudinal y de tipos de suelos puede tener una diferente fisonomía. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4m, excepcionalmente más, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la presencia de numerosas plantas herbáceas y otras cilindropuntias.

Tipos de vegetación a afectar por el proyecto.

Observaciones de campo indican que la vegetación presente dentro del predio es una cobertura vegetal asociada a los usos agrícola.

En general el estado de conservación de la vegetación es bajo. Las amenazas más frecuentes dentro del mismo son la agricultura, la producción pecuaria, entre otros y los huracanes, las sequias, las heladas y las granizadas como causa natural.

El componente florístico del área de estudio se presenta en los siguientes apartados de este Capítulo.

Caracterización de la vegetación.

Se desarrolló un muestreo del estado actual que presenta la vegetación de la zona mediante el registro de datos en cuadrantes de muestreo. Estos muestreos se realizaron en 10 cuadrantes de muestreo de 4 m^2 (2m x 2m) para el registro de especies del estrato herbáceo, 10 cuadrantes de 25 m^2 (5m x 5m) para el registro de especies del estrato arbustivo y 10 cuadrantes de 200 m^2 (10m x 20m) para el registro de especies del estrato arbóreo y epífita, trepadora y/o cactácea. Estos cuadrantes fueron trazados de manera sistemática dentro cobertura vegetal asociada a los usos agrícola. El objetivo de trazar los cuadrantes fue el de identificar las especies presentes dentro del predio, la composición, estructura y diversidad por estratos de la comunidad vegetal a afectar por el proyecto.

Durante los muestreos fueron registrados el nombre común, el nombre científico y la familia botánica a que pertenece cada especie reconocida en la zona del proyecto.

Se realizó la identificación de las especies de flora dentro del predio mediante el apoyo de los siguientes artículos y tesis:

- Flora del Bajío y de regiones adyacentes, Fascículo 162 (Espejo-Serna, *et al,* 2009).
- Flora del Bajío y de regiones adyacentes, Fascículo complementario II (Arguelles, *et al,* 2009).
- Flora y vegetación acuáticas de localidades selectas del estado de Querétaro (Martínez y Mendoza, 2001).
- Plantas del estado de Querétaro, México con potencial para uso ornamental (Pérez-Nicolás y Fernández-Nava, 2007).
- Evaluación de malezas usadas como forraje en el estado de Querétaro en cuanto al contenido de fitatos, saponinas y su actividad hemolítica (García, 2011).

Durante los muestreos de campo, con base en el apoyo bibliográfico y el conocimiento previo de los especialistas en botánica, se elaboró un listado florístico de las especies registradas e identificadas. Cuando no fue posible la identificación en campo de las especies, los ejemplares fueron colectados y prensados para su posterior reconocimiento a nivel de gabinete.

Justificación del diseño y tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo en la vegetación del SAR y el predio.

Para validar el esfuerzo de muestreo y tamaño de la muestra y de esta forma determinar la biodiversidad por estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo) de la vegetación a afectar por el proyecto, se utilizaron curvas de acumulación de especies que se estimaron mediante modelos no paramétricos, Chao 1 y Chao 2, (Chao, A. 1984), Jacknife de primer orden (Palmer, 1990) y Bootstrap (Palmer, 1990; Krebs, 1989) a través del programa EstimateS, Versión 9.1.0 (Colwell, 2013). De acuerdo con diversos artículos científicos el uso de este software cada vez es más frecuente para este tipo de estimaciones (http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/). Los resultados generados a través de este Software permitieron indicar la completitud y fiabilidad del muestreo de biodiversidad y su representatividad.

El análisis estadístico mediante los modelos no paramétricos antes citados sirvió para la construcción de curvas de acumulación de especies y también se calcularon los índices de completitud de las muestras para poder estudiar de manera objetiva las características del o los tipos de vegetación, su biodiversidad, etc. Las curvas de acumulación consiste en graficar curvas que muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio de estudio determinado, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Villarreal H et al., 2006), con estimadores no paramétricos, de todos los modelos que ha desarrollado Chao (Chao, A. 1984), el más utilizado desde entonces ha sido el propuesto en 1984, Chao1 para el estimador basado en abundancias y Chao2 para el estimador basado en incidencia (Escalante-Espinosa, T. 2003).

Métodos no paramétricos utilizados para el SAR y el predio.

Los siguientes modelos se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado. Se emplean generalmente cuando no tenemos datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Villareal, H. M. et al., (2004).

- **Chao 1 (Chao 1 Mean en el programa EstimateS).**
  Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).
- **Chao 2 (Chao 2 Mean en el programa EstimateS).**
  Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).
- **Jacknife (Jack 1 Mean en el programa EstimateS)**
  Estima el número de especies esperadas considerando el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras.
- **Bootstrap (Bootstrap Mean en el programa EstimateS)**
  Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

Curvas de acumulación de los muestreos del SAR.

A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 10 sitios de muestreo de 4 m^2, de 25 m^2 (para los estratos herbáceos, arbustivos) y 10 sitios de muestreo de 200m^2 (para los estratos arbóreo y epifitas, trepadoras y/o cactáceas) realizados en el área del SAR.

A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los sitios de muestreo trazados en el SAR:

Estrato herbáceo del SAR.

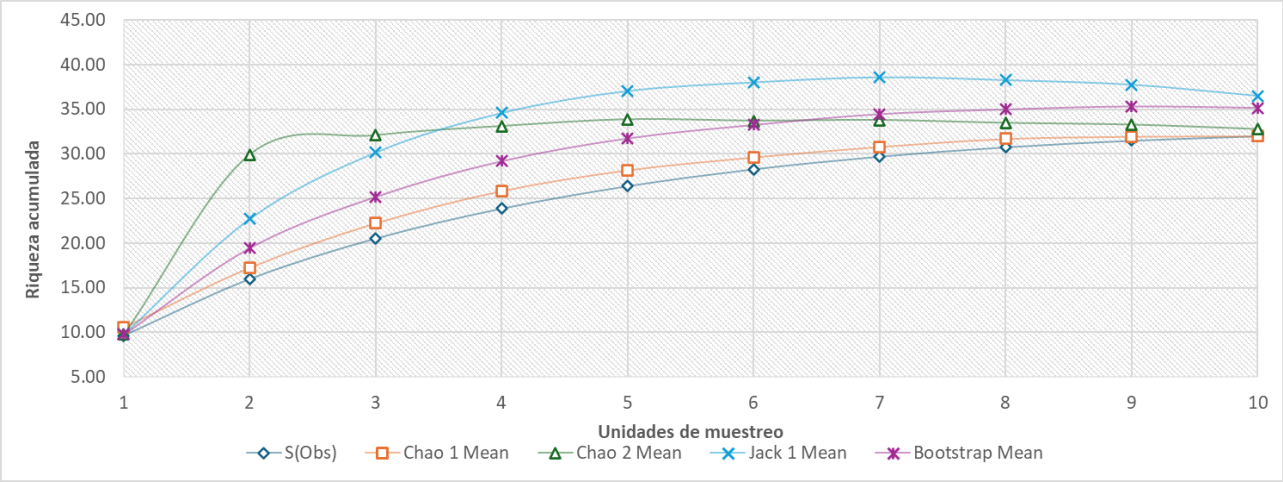


Figura IV.17. Curva de acumulación de las especies del estrato herbáceo en el SAR.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(Obs), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 5, lo que indica que, al realizar más sitios de muestreo, la riqueza no sufrirá cambios significativos, en general todos los estimadores mostraron una clara tendencia asintótica hasta llegar al sitio 7, donde es aún más clara la tendencia.

Epífitas, trepadoras y/o cactáceas del SAR.

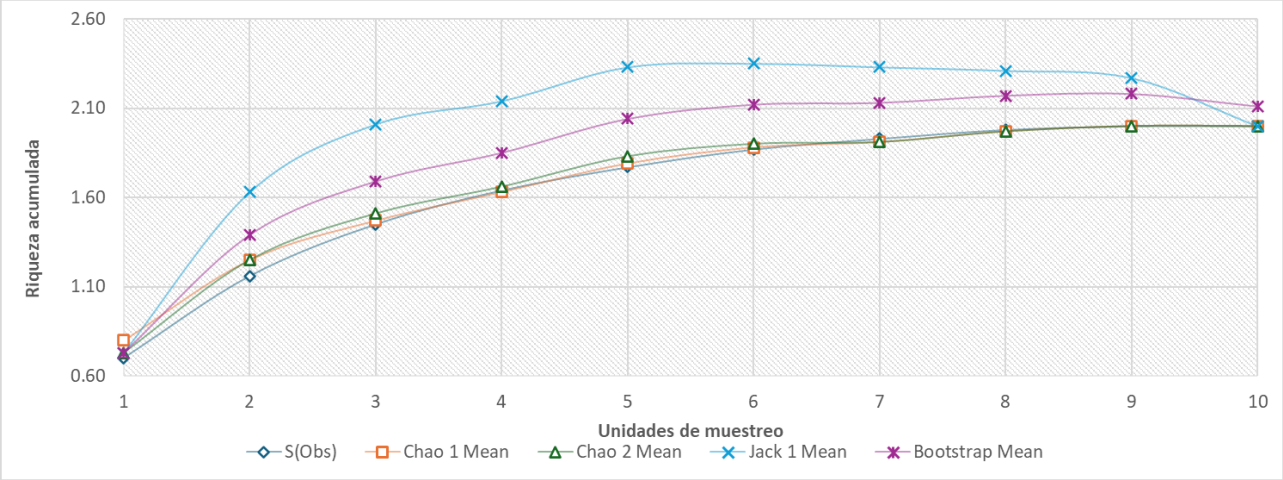


Figura IV.18. Curva de acumulación de las especies de las epífitas, trepadoras y/o cactáceas en el SAR.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(Obs), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a establecer a partir del sitio 5, con caída entre el sitio 6 y 7.

Estrato arbustivo del SAR.

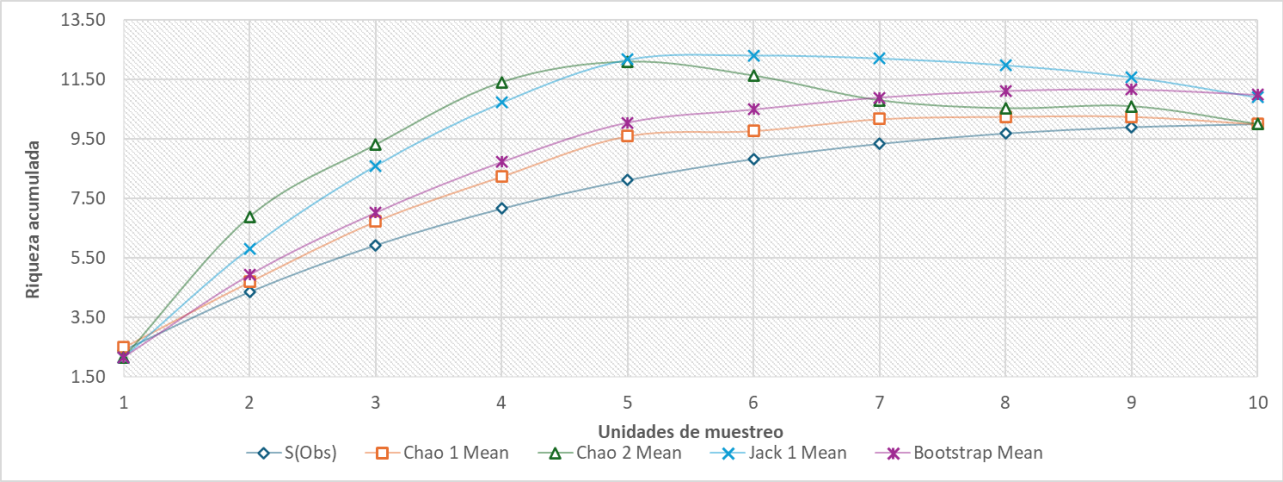


Figura IV.19. Curva de acumulación de las especies arbustivas en el SAR.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(Obs), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a establecer a partir del sitio 5.

Estrato arbóreo del SAR.

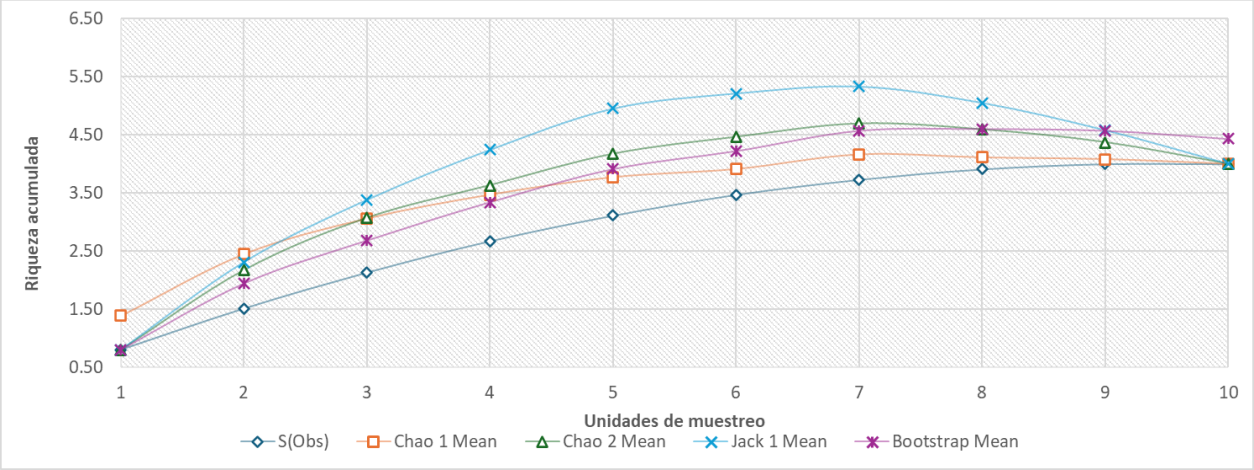


Figura IV.20. Curva de acumulación de las especies de las especies arbóreas en el SAR.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(Obs), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 5, lo que indica que, al realizar más sitios de muestreo, la riqueza no sufrirá cambios significativos, en general todos los estimadores mostraron una clara tendencia asintótica hasta llegar al sitio 6, donde es aún más clara la tendencia.

Curvas de acumulación de los sitios del predio.

A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los 10 sitios de muestreo de 4m^2 y 25 m^2 (para los estratos herbáceos y arbustivos) y 10 muestreos de 200 m^2 (para los estratos arbóreo y epífita, trepadora y/o cactácea) realizados en el predio.

A continuación, se presenta la curva de acumulación obtenida para los sitios de muestreo trazados en el predio:

Estrato herbáceo del predio.

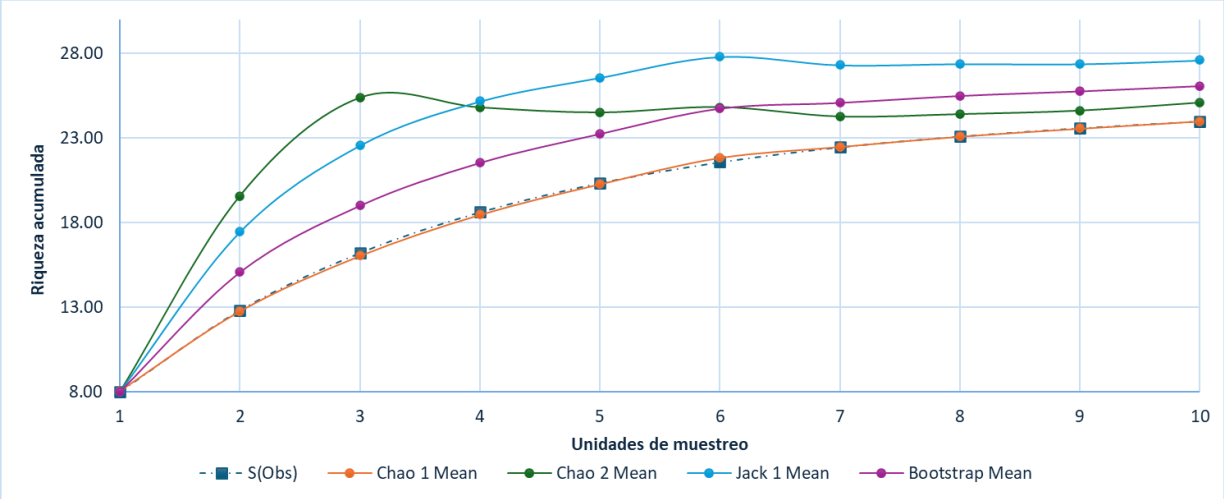


Figura IV.21. Curva de acumulación de las especies de las especies herbáceas en el predio.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(Obs), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 4, lo que indica que, al realizar más sitios de muestreo, la riqueza no sufrirá cambios significativos, en general todos los estimadores mostraron una clara tendencia asintótica hasta llegar al sitio 5, donde es aún más clara la tendencia.

Epífitas, trepadoras y/o cactáceas del área del predio.

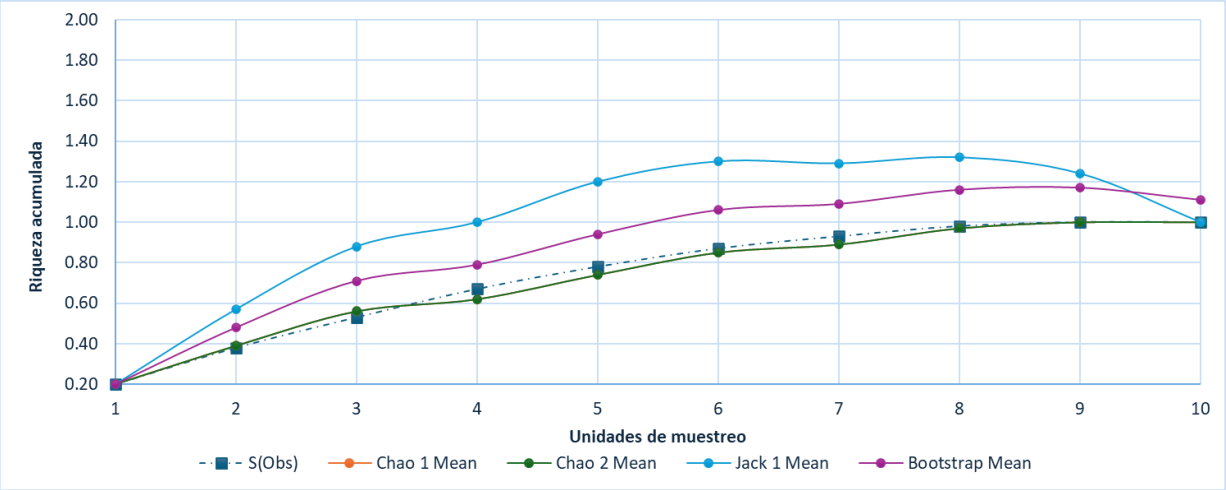


Figura IV.22. Curva de acumulación de las especies de las epífitas, trepadoras y/o cactáceas en el área del predio.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(Obs), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a establecer a partir del sitio 4, con caída entre el sitio 7.

Estrato arbustivo del predio.

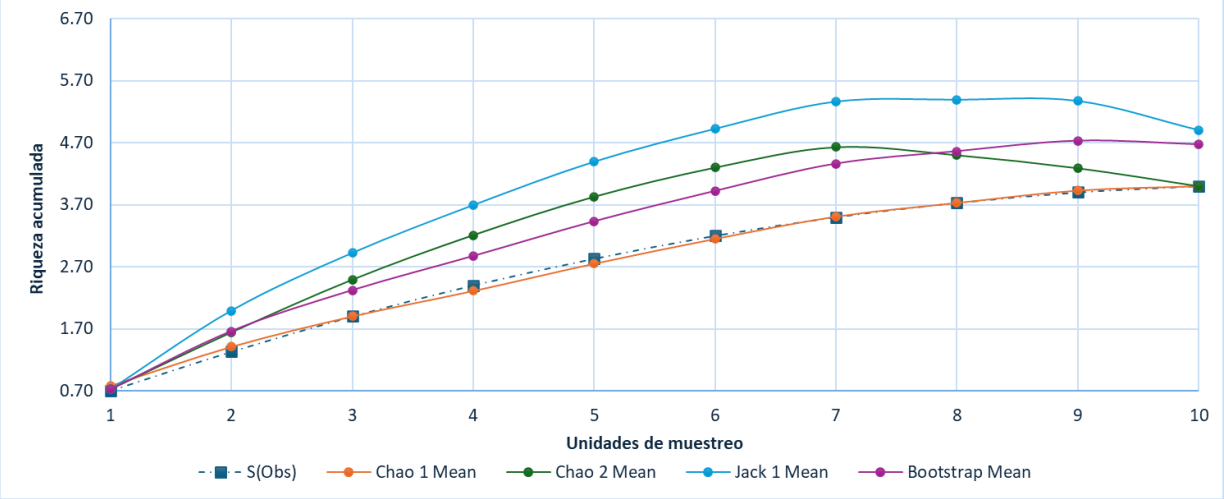


Figura IV.23. Curva de acumulación de las especies del estrato arbustivo en el predio.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(Obs), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a establecer a partir del sitio 6, con caída entre el sitio 9.

Estrato arbóreo del predio.

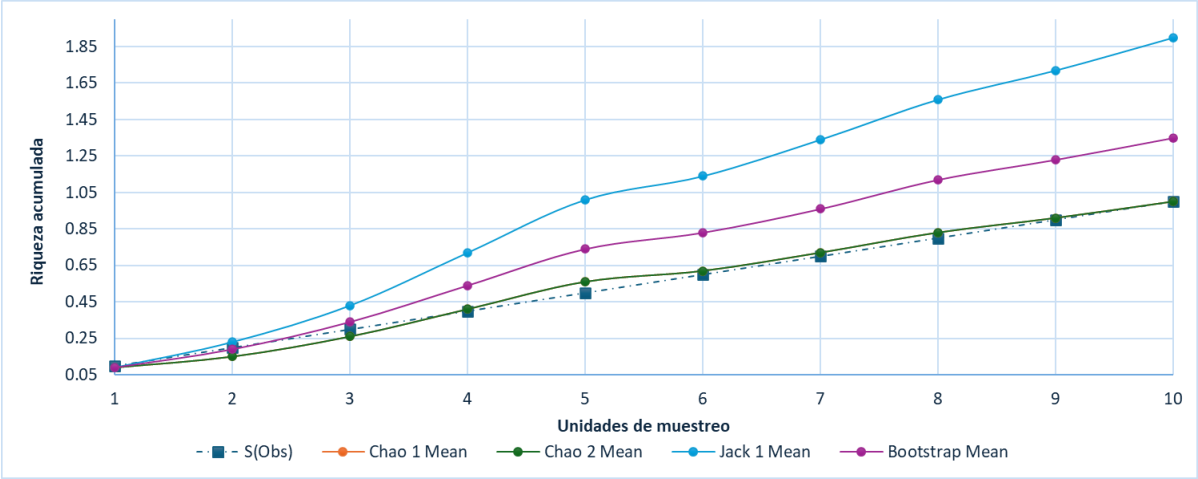


Figura IV.24. Curva de acumulación de las especies del estrato arbóreo en el predio.

Como se observa en la figura anterior, los datos obtenidos en campo corresponden a la serie S(Obs), el resto corresponde a los indicadores utilizados, la asíntota se empieza a alcanzar a partir del sitio 5, lo que indica que, al realizar más sitios de muestreo, la riqueza no sufrirá cambios significativos, en general todos los estimadores mostraron una clara tendencia asintótica hasta llegar al sitio 6, donde es aún más clara la tendencia.

Índice de completitud de las muestras en el SAR y el predio del proyecto.

A continuación, se presenta el índice de completitud y fiabilidad de las muestras extraídas en las formas de vida en el SAR y en el área del proyecto.

La información está representada con base en el índice de completitud (c), el cual muestra la relación entre el número de especies conocidas y el número de especies estimadas a través del estimador expresado en porcentaje.

Con los datos obtenidos en campo se tiene los siguientes resultados por estratos de la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola presentes en el SAR y el área del proyecto.

Estrato herbáceo en el SAR.

Tabla IV.9. Resultados del cómputo con EstimateS de los estimadores no paramétricos para el estrato herbáceo del SAR

Sitio	S(obs)	Estimadores			
		Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	9.60	10.52	9.75	9.75	9.75
2	15.96	17.25	29.92	22.71	19.44

Sitio	S(obs)	Estimadores			
		Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
3	20.51	22.23	32.07	30.14	25.18
4	23.87	25.85	33.09	34.57	29.17
5	26.39	28.18	33.85	37.03	31.72
6	28.29	29.63	33.69	37.99	33.23
7	29.71	30.80	33.77	38.57	34.44
8	30.76	31.69	33.44	38.25	34.96
9	31.50	31.95	33.25	37.74	35.30
10	32.00	32.00	32.75	36.50	35.14
Promedio	**24.86**	**26.01**	**30.56**	**32.33**	**28.83**

Tabla IV.10. Cálculo del Índice de Completitud para el estrato herbáceo del SAR.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	24.86	
Chao 1 Mean	26.01	95.6%
Chao 2 Mean	30.56	81.4%
Jack 1 Mean	32.33	76.9%
Bootstrap Mean	28.83	86.2%

Para este estrato en el SAR, se obtuvo un valor promedio de completitud del 85.0%, en donde el indicador con mayor valor fue el Chao 1 Mean con el 95.6% y el de menor valor fue la prueba Jack 1 Mean con una representatividad del 76.9%. Por lo que, se concluye que el muestreo realizado para este estrato del SAR fue suficiente y con alta fiabilidad.

Epífita, trepadora y/o cactácea en el SAR.

Tabla IV.11. Resultados del cómputo con EstimateS de los estimadores no paramétricos para las epífita, trepadoras y/o cactáceas del SAR.

Sitio	S(obs)	Estimadores			
		Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	0.70	0.80	0.73	0.73	0.73
2	1.16	1.25	1.25	1.63	1.39
3	1.45	1.47	1.51	2.01	1.69
4	1.64	1.63	1.66	2.14	1.85
5	1.77	1.79	1.83	2.33	2.04
6	1.87	1.88	1.90	2.35	2.12
7	1.93	1.91	1.91	2.33	2.13
8	1.98	1.97	1.97	2.31	2.17
9	2.00	2.00	2.00	2.27	2.18
10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.11
Promedio	**1.65**	**1.67**	**1.68**	**2.01**	**1.84**

Tabla IV.12. Cálculo del Índice de Completitud para las epífitas, trepadoras y/o cactáceas del SAR.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	1.65	
Chao 1 Mean	1.67	98.8%
Chao 2 Mean	1.68	98.4%
Jack 1 Mean	2.01	82.1%
Bootstrap Mean	1.84	89.6%

Para este estrato del SAR, se obtuvo un valor promedio de completitud del 92.2%, en donde el indicador con mayor valor fue el Chao 1 Mean con el 98.8% y el de menor valor fue la prueba Jack 1 Mean con una representatividad del 82.1%. Por lo que, se concluye que el muestreo realizado para esta forma de vida del SAR, fue suficiente y con alta fiabilidad.

Estrato arbustivo en el SAR.

Tabla IV.13. Resultados del cómputo con EstimateS de los estimadores no paramétricos para el estrato arbustivo del SAR.

Sitio	S(obs)	Estimadores			
		Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	2.40	2.50	2.16	2.16	2.16
2	4.36	4.70	6.89	5.82	4.93
3	5.93	6.73	9.31	8.60	7.02
4	7.16	8.24	11.41	10.72	8.72
5	8.12	9.60	12.10	12.17	10.05
6	8.83	9.77	11.63	12.31	10.49
7	9.34	10.17	10.80	12.21	10.89
8	9.69	10.25	10.53	11.98	11.11
9	9.90	10.25	10.60	11.58	11.16
10	10.00	10.00	10.00	10.90	10.98
Promedio	**7.57**	**8.22**	**9.54**	**9.85**	**8.75**

Tabla IV.14. Cálculo del Índice de Completitud para el estrato arbustivo del SAR.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	7.57	
Chao 1 Mean	8.22	92.1%
Chao 2 Mean	9.54	79.4%
Jack 1 Mean	9.85	76.9%
Bootstrap Mean	8.75	86.5%

Para este estrato en el SAR, se obtuvo un valor promedio de completitud del 83.7%, en donde el indicador con mayor valor fue el Chao 1 Mean con el 92.1% y el de menor valor fue la prueba Jack 1 Mean con una representatividad del 76.9%. Por lo que, se concluye que el muestreo realizado en esta forma de vida del SAR, fue suficiente y con alta fiabilidad.

Estrato arbóreo en el SAR.

Tabla IV.15. Resultados del cómputo con EstimateS de los estimadores no paramétricos para el estrato arbóreo del SAR.

Sitio	S(obs)	Estimadores			
		Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	0.80	1.39	0.80	0.80	0.80
2	1.51	2.45	2.17	2.31	1.94
3	2.13	3.06	3.07	3.38	2.68
4	2.67	3.47	3.63	4.24	3.34
5	3.11	3.77	4.17	4.95	3.91
6	3.47	3.91	4.46	5.21	4.22
7	3.73	4.16	4.69	5.33	4.57
8	3.91	4.11	4.59	5.05	4.60
9	4.00	4.08	4.37	4.58	4.57
10	4.00	4.00	4.00	4.00	4.43
Promedio	**2.93**	**3.44**	**3.60**	**3.99**	**3.51**

Tabla IV.16. Cálculo del Índice de Completitud para el estrato arbóreo del SAR.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	2.93	
Chao 1 Mean	3.44	85.3%
Chao 2 Mean	3.60	81.6%
Jack 1 Mean	3.99	73.6%
Bootstrap Mean	3.51	83.7%

Para este estrato en el SAR, se obtuvo un valor promedio de completitud del 81.0%, en donde el indicador con mayor valor fue el Chao 1 Mean con el 85.3% y el de menor valor fue la Jack 1 Mean con una representatividad del 73.6%. Por lo que, se concluye que el muestreo realizado en este estrato en el SAR, fue suficiente y con alta fiabilidad.

Con base a todo lo anterior se puede concluir que el esfuerzo de muestreo, tamaño de la muestra y el error permitido en los muestreos realizados por estratos de la vegetación son totalmente aceptables y fiables para un análisis y resultados objetivos para la comunidad vegetal del SAR.

Estrato herbáceo en el predio.

Tabla IV.17. Resultados del cómputo con EstimateS de los estimadores no paramétricos para el estrato herbáceo del predio.

Sitio	S(obs)	Estimadores			
		Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	8.00	8.06	8.02	8.02	8.02
2	12.82	12.77	19.58	17.45	15.07
3	16.21	16.04	25.37	22.56	19.01
4	18.62	18.47	24.80	25.17	21.54
5	20.35	20.28	24.50	26.57	23.25
6	21.58	21.84	24.82	27.81	24.75
7	22.47	22.49	24.26	27.32	25.09
8	23.11	23.10	24.40	27.39	25.50
9	23.60	23.57	24.61	27.38	25.77
10	24.00	24.00	25.08	27.60	26.08
Promedio	**19.08**	**19.06**	**22.54**	**23.73**	**21.41**

Tabla IV.18. Cálculo del Índice de Completitud para el estrato herbáceo del predio.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	19.08	
Chao 1 Mean	19.06	100.1%
Chao 2 Mean	22.54	84.6%
Jack 1 Mean	23.73	80.4%
Bootstrap Mean	21.41	89.1%

Para este estrato en el predio, se obtuvo un valor promedio de completitud del 88.5%, en donde el indicador con mayor valor fue el Chao 1 Mean con el 100.1% y el de menor valor fue la prueba Jack 1 Mean con una representatividad del 80.4%. Por lo que, se concluye que el muestreo realizado para este estrato en el predio fue suficiente y con alta fiabilidad.

Forma de vida de epífita, trepadora y/o cactácea en el área del AP.

Tabla IV.19. Resultados del cómputo con EstimateS de los estimadores no paramétricos para las epífita, trepadora y/o cactácea del predio.

Sitio	S(obs)	Estimadores			
		Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	S(Obs)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
3	0.38	0.39	0.39	0.57	0.48
4	0.53	0.56	0.56	0.88	0.71
5	0.67	0.62	0.62	1.00	0.79
6	0.78	0.74	0.74	1.20	0.94
7	0.87	0.85	0.85	1.30	1.06
8	0.93	0.89	0.89	1.29	1.09
9	0.98	0.97	0.97	1.32	1.16
10	1.00	1.00	1.00	1.24	1.17
Promedio	**0.73**	**0.72**	**0.72**	**1.00**	**0.87**

Tabla IV.20. Cálculo del Índice de Completitud para las epífita, trepadora y/o cactácea del área del predio.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	0.73	
Chao 1 Mean	0.72	101.7%
Chao 2 Mean	0.72	101.7%
Jack 1 Mean	1.00	73.4%
Bootstrap Mean	0.87	84.3%

Para este estrato en el predio, se obtuvo un valor promedio de completitud del 90.2%, en donde el indicador con mayor valor fue el Chao 1 Mean con el 101.7% y el de menor valor fue la prueba Jack 1 Mean con una representatividad del 73.4%. Por lo que, se concluye que el muestreo realizado para este estrato en el predio, fue suficiente y con alta fiabilidad.

Estrato arbustivo en el área del proyecto.

Tabla IV.21. Resultados del cómputo con EstimateS de los estimadores no paramétricos para el estrato arbustivo del predio.

Sitio	S(obs)	Estimadores			
		Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	0.70	0.78	0.72	0.72	0.72
2	1.33	1.41	1.64	1.99	1.66
3	1.90	1.90	2.49	2.92	2.32
4	2.40	2.31	3.21	3.69	2.87
5	2.83	2.75	3.83	4.39	3.43
6	3.20	3.15	4.30	4.92	3.92
7	3.50	3.51	4.63	5.36	4.36
8	3.73	3.73	4.50	5.39	4.56
9	3.90	3.93	4.29	5.37	4.73
10	4.00	4.00	4.00	4.90	4.67
Promedio	**2.75**	**2.75**	**3.36**	**3.97**	**3.32**

Tabla IV.22. Cálculo del Índice de Completitud para el estrato arbustivo del área del predio.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	2.75	
Chao 1 Mean	2.75	100.1%
Chao 2 Mean	3.36	81.8%
Jack 1 Mean	3.97	69.3%
Bootstrap Mean	3.32	82.7%

Para este estrato en el predio, se obtuvo un valor promedio de completitud del 83.5%, en donde el indicador con mayor valor fue el Chao 1 Mean con el 100.1% y el de menor valor fue la prueba Jack 1 Mean con una representatividad del 69.3%. Por lo que, se concluye que el muestreo realizado en este estrato en el predio, fue suficiente y con alta fiabilidad.

Estrato arbóreo en el área del predio.

Tabla IV.23. Resultados del cómputo con EstimateS de los estimadores no paramétricos para el estrato arbóreo del predio.

Sitio	S(obs)	Estimadores			
		Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
1	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09
2	0.20	0.15	0.15	0.23	0.19
3	0.30	0.26	0.26	0.43	0.34
4	0.40	0.41	0.41	0.72	0.54
5	0.50	0.56	0.56	1.01	0.74
6	0.60	0.62	0.62	1.14	0.83
7	0.70	0.72	0.72	1.34	0.96
8	0.80	0.83	0.83	1.56	1.12
9	0.90	0.91	0.91	1.72	1.23
10	1.00	1.00	1.00	1.90	1.35
Promedio	**0.55**	**0.56**	**0.56**	**1.01**	**0.74**

Tabla IV.24. Cálculo del Índice de Completitud para el estrato arbóreo del área del predio.

Estimadores	Riqueza estimada	Representatividad %
Sobs	0.55	
Chao 1 Mean	0.56	99.1%
Chao 2 Mean	0.56	99.1%
Jack 1 Mean	1.01	54.2%
Bootstrap Mean	0.74	74.4%

Para este estrato en el predio, se obtuvo un valor promedio de completitud del 81.7%, en donde el indicador con mayor valor fue el Chao 1 Mean y Chao 2 Mean con el 99.1% y el de menor valor fue la prueba Jack 1 Mean con una representatividad del 54.2%. Por lo que, se concluye que el muestreo realizado en este estrato en el predio, fue suficiente y con alta fiabilidad.

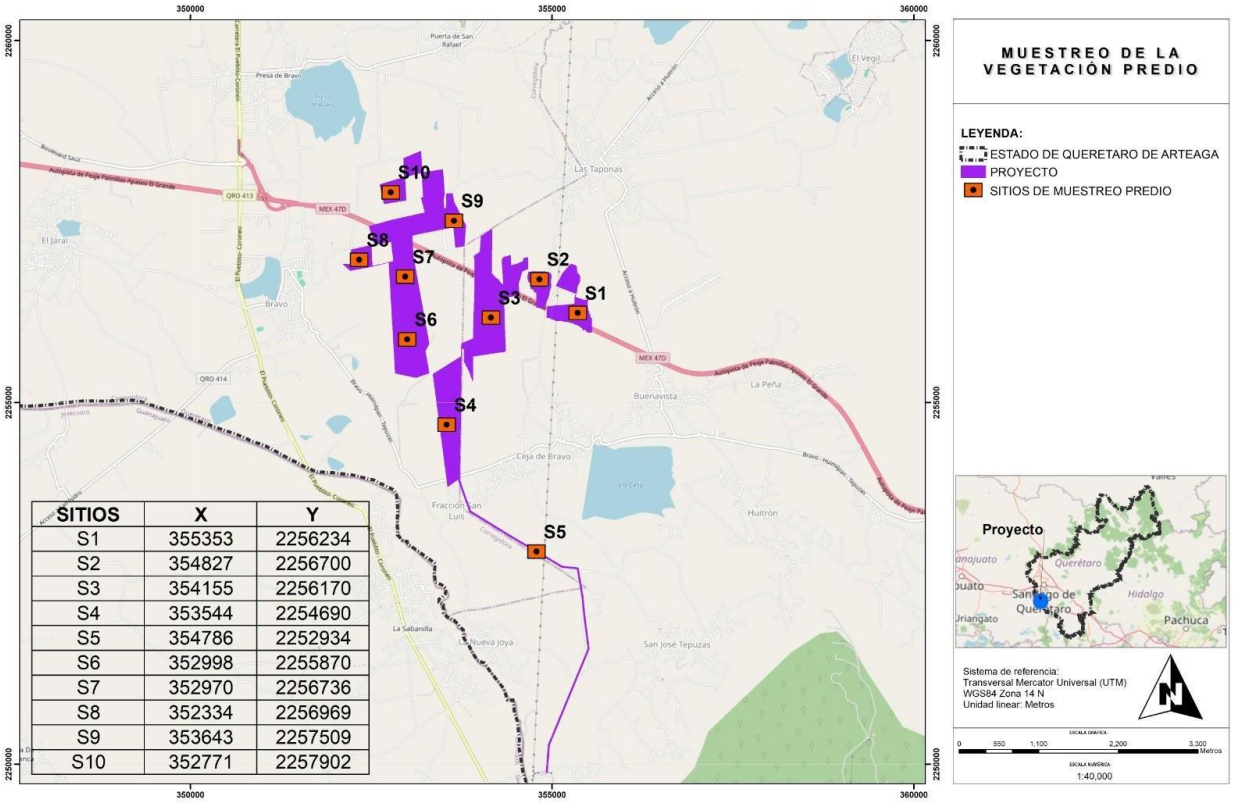
Con base a todo lo anterior se puede concluir que el esfuerzo de muestreo, tamaño de la muestra y el error permitido en los muestreos realizados por estratos de la vegetación son totalmente aceptables y fiables para un análisis y resultados objetivos para la comunidad vegetal del área del AP.

Ubicación de los puntos de muestreo del SAR y el área del AP.

Como fue mencionado anteriormente, se realizó un levantamiento de datos en puntos de muestreo trazando cuatro cuadrantes de 4 m^2 (2m x 2m) y de 25 m^2 (5m x 5m) para la estimación de la composición, estructura y diversidad de las especies por estratos herbáceo y arbustivo respectivamente y los cuadrantes de 200 m^2 (10m x 20m) para el estrato arbóreo y epífita, trepadora y/o cactácea de la comunidad vegetal a afectar por el presente proyecto tanto en el SAR como en el predio. Es importante mencionar que los sitios de muestreo se concentraron en las áreas en donde se pretende ubicar las obras por el proyecto, sin dejar de lado la realización de recorridos por todo el predio. Cada sitio de muestreo fue delimitado en cada uno de sus vértices con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q. La ubicación de los sitios de muestreo (cuadrantes) se pueden observar en la Tabla IV.25 y 26 con sus respectivas proyecciones esquemáticas en la Figura IV.25 y 26.

Tabla IV. 25. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo (cuadrantes) del SAR.

SITIOS	X	Y
SAR 1	353270	2253778
SAR 2	357527	2255535
SAR 3	355752	2255825
SAR 4	356079	2256686
SAR 5	355594	2257608
SAR 6	352372	2255085
SAR 7	351193	2255028
SAR 8	353343	2256950
SAR 9	352224	2257636
SAR 10	354730	2259302

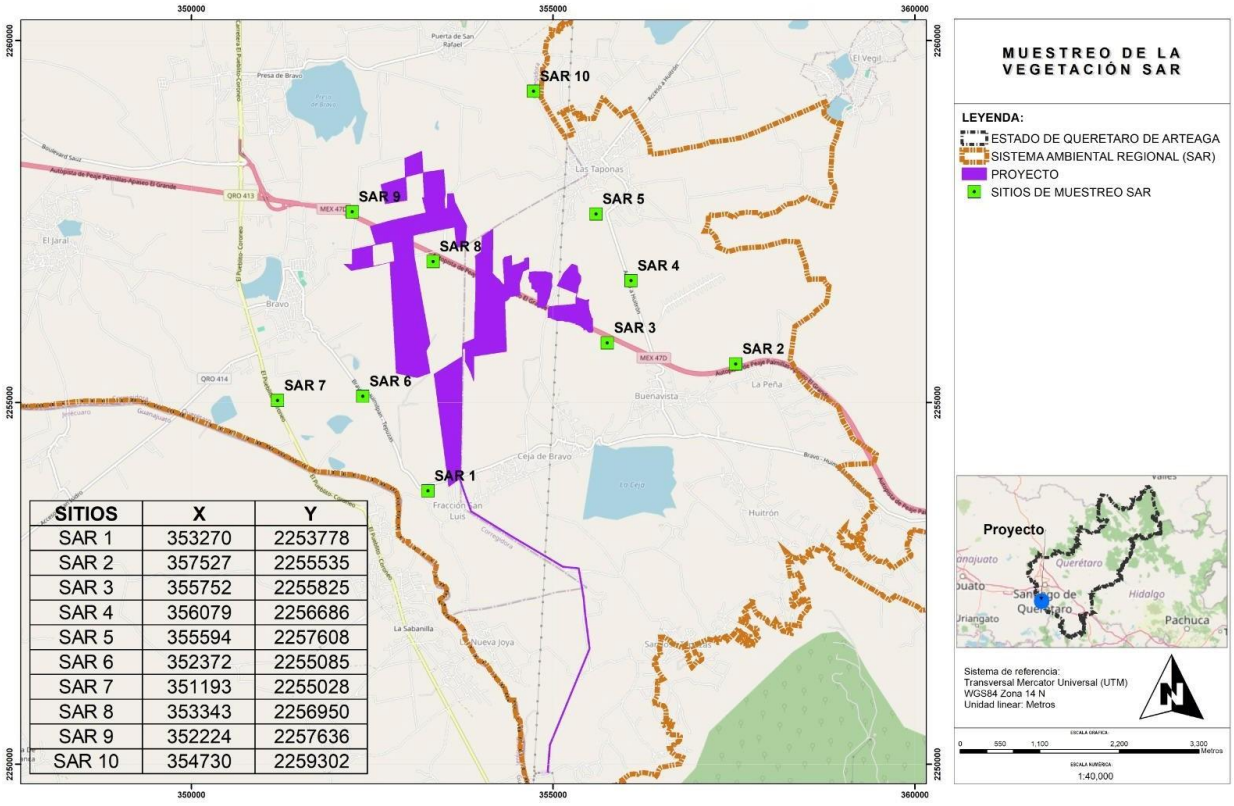


SITIOS	X	Y
S1	355353	2256234
S2	354827	2256700
S3	354155	2256170
S4	353544	2254690
S5	354786	2252934
S6	352998	2255870
S7	352970	2256736
S8	352334	2256969
S9	353643	2257509
S10	352771	2257902

Figura IV.25. Distribución de los cuadrantes (4 m^2, 25 m^2 y 200 m^2) de muestreo trazados dentro del SAR.

Tabla IV.26. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo (cuadrantes) del predio.

SITIOS	X	Y
S1	355353	2256234
S2	354827	2256700
S3	354155	2256170
S4	353544	2254690
S5	354786	2252934
S6	352998	2255870
S7	352970	2256736
S8	352334	2256969
S9	353643	2257509
S10	352771	2257902



SITIOS	X	Y
SAR 1	353270	2253778
SAR 2	357527	2255535
SAR 3	355752	2255825
SAR 4	356079	2256686
SAR 5	355594	2257608
SAR 6	352372	2255085
SAR 7	351193	2255028
SAR 8	353343	2256950
SAR 9	352224	2257636
SAR 10	354730	2259302

Figura IV.26. Distribución de los cuadrantes (4 m^2, 25 m^2 y 200 m^2) de muestreo trazados dentro del predio.

Para la obtención de los datos importantes para la verificación de la composición, estructura y diversidad de la vegetación en el predio se optó por un muestreo sistemático mediante el trazado de cuadrantes. El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transectos además de ser muy fáciles para determinar la cobertura de las especies.

Dentro de los datos registrados dentro de cada cuadrante fueron el número de individuos por especies, la medición de dos diámetros perpendiculares de la copa de la planta (D1 y D2) de herbáceas y epífitas, y/o Cactáceas y DAP (para arbustivos y arbóreos principalmente). Los datos registrados en campo fueron capturados en una base de datos de Excel en donde se insertarán formulas generales de Cobertura o Área basal, Densidad y Frecuencia absoluta para convertirlas posteriormente a valores relativos. Estos parámetros sirvieron para calcular el Valor de Importancia Relativa (VIR). De igual manera, la base de datos de los registros del muestreo sirvió para la estimación del índice de Shannon-Wiener (H') y de equidad (J) por estratos de la vegetación representativa dentro del predio.

Se registraron todas las especies presentes en los sitios de muestreo trazados en el SAR y el predio, y se clasificaron en los diferentes estratos en donde fueron registrados:

Herbáceo (0 m-1.0 m de altura), Arbustivo (1.1 m-2.5 m de altura) y Arbóreo (de 2.6 m de altura en adelante o diámetro normal ≥ 7.5 cm). Se realizó una comparación de las especies identificadas con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Análisis de la diversidad de la vegetación en el SAR.

Como resultado de los muestreos se tiene que dentro del SAR se registró una riqueza de 48 especies pertenecientes a 40 géneros y 17 familias. Estas especies están contempladas en los estratos herbáceo (32 especies), epífita, trepadora y/o cactácea (2 especies), arbustivo (10 especies) y arbóreo (4 especies). La representatividad de las especies registradas por estratos son las que a continuación se presentan:

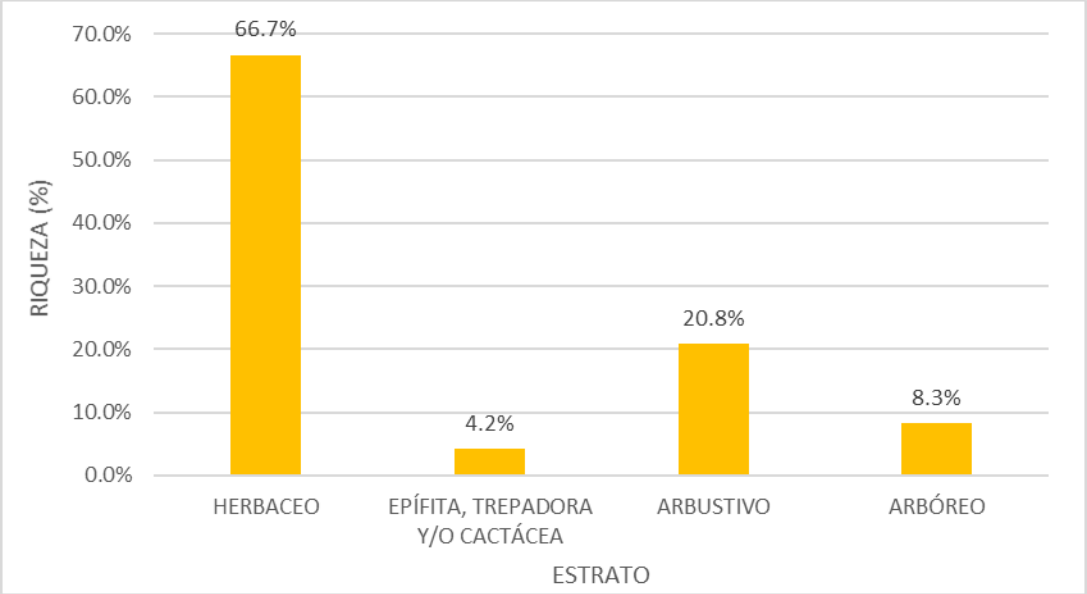


Figura IV.27. Representatividad de las especies de flora silvestre registradas dentro del SAR.

A continuación, se presenta la distribución de las especies registradas por estratos en el SAR:

Estrato herbáceo del SAR.

El estrato herbáceo del SAR se registraron 32 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.27. Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato herbáceo del SAR.

Nombre científico	Cobertura relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Amaranthus hybridus	7.74	5.80	6.25	19.79
Aristida adscensionis	9.96	24.45	9.38	43.79
Aristida divaricata	5.00	11.60	5.21	21.81
Asclepias linaria	2.79	1.88	4.17	8.84
Bidens aurea	2.99	3.29	6.25	12.53
Bouteloua gracilis	1.58	3.76	2.08	7.42
Chamissoa altissima	0.33	0.63	2.08	3.04
Chenopodium ambrosioides	0.02	0.16	1.04	1.22
Commelina diffusa	0.61	1.10	5.21	6.92
Cosmos bipinnatus	1.88	2.66	5.21	9.75
Cynodon dactylon	1.29	4.39	4.17	9.85
Dalea leporina	0.26	0.63	1.04	1.93
Desmodium molliculum	0.10	0.31	1.04	1.46
Dyssodia papposa	3.72	3.13	4.17	11.02
Dyssodia pinnata	2.90	3.76	3.13	9.79
Eragrostis echinochloide	1.95	2.98	3.13	8.05
Euphorbia hyssopifolia	0.24	0.63	2.08	2.95
Florestina pedata	0.26	1.10	3.13	4.49
Gomphrena serrata	0.77	0.63	3.13	4.52
Heterosperma pinnatum	0.35	1.10	2.08	3.53
Lopezia racemosa	0.34	0.78	1.04	2.16
Muhlenbergia rigida	0.75	1.88	2.08	4.71
Oxalis corniculata	0.28	0.47	2.08	2.83

Nombre científico	Cobertura relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Parthenium hysterophorus	1.77	1.41	3.13	6.30
Salvia lavanduloides	2.26	2.51	3.13	7.89
Salvia reptans	0.09	0.31	2.08	2.48
Solanum nigrescens	0.84	0.47	1.04	2.35
Sporobolus pyramidatus	1.36	4.39	2.08	7.83
Stevia serrata	0.19	0.47	2.08	2.74
Stevia tomentosa	0.24	0.47	2.08	2.79
Tagetes lunulata	0.32	0.47	2.08	2.87
Zea mays	46.82	12.38	3.13	62.33
TOTAL	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

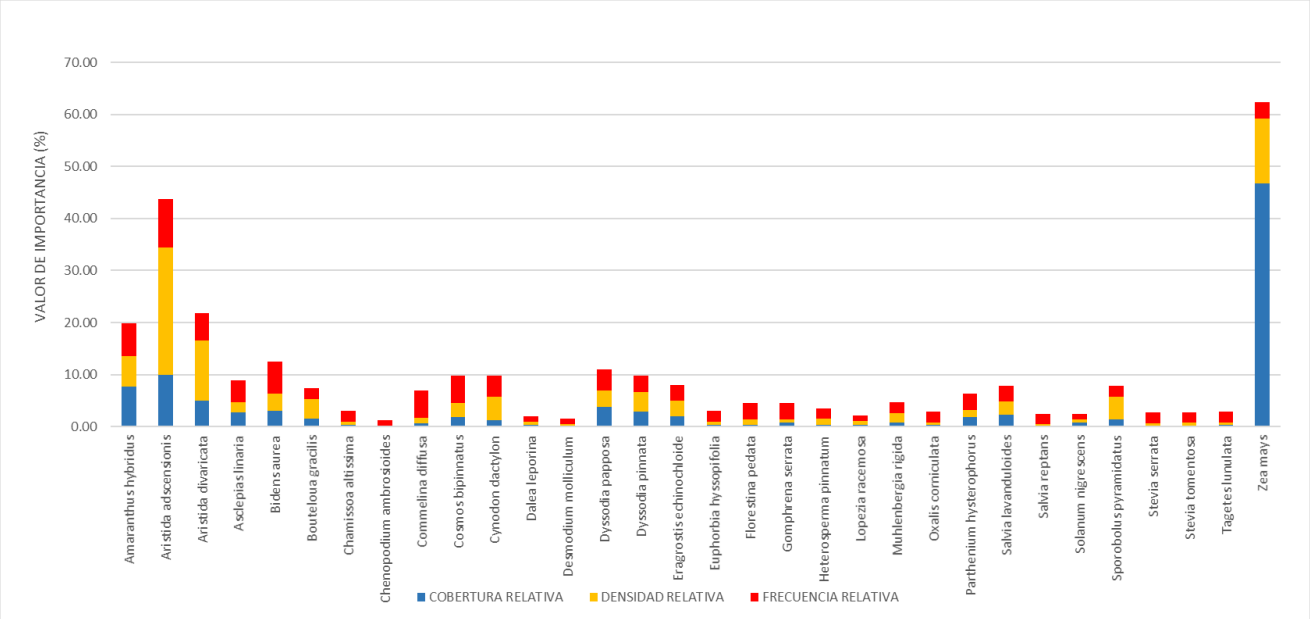


Figura IV.28. Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo registrada en el SAR.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato herbáceo en el SAR fue la especie *Zea mays* con una

representatividad del 46.82%. Así mismo, las especies *Aristida adscensionis* (24.45%), *Zea mays* (12.38%) y *Aristida divaricata* (11.60%) fueron la más importante por su densidad.

Por último, la especie con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron las especies; *Aristida adscensionis* (9.38%), *Amaranthus hybridus* y *Bidens aurea* con el 6.25% de representatividad.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del predio bajo estudio las tres especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) son las especies *Zea mays* (62.33%), *Aristida adscensionis* (43.79%) y *Aristida divaricata* (21.81%).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del predio bajo estudio:

Tabla IV.28. Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo del estrato herbáceo del SAR.

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
Amaranthus hybridus	37	0.058	-2.847	0.1651
Aristida adscensionis	156	0.245	-1.408	0.3444
Aristida divaricata	74	0.116	-2.154	0.2499
Asclepias linaria	12	0.019	-3.973	0.0747
Bidens aurea	21	0.033	-3.414	0.1124
Bouteloua gracilis	24	0.038	-3.280	0.1234
Chamissoa altissima	4	0.006	-5.072	0.0318
Chenopodium ambrosioides	1	0.002	-6.458	0.0101
Commelina diffusa	7	0.011	-4.512	0.0495
Cosmos bipinnatus	17	0.027	-3.625	0.0966
Cynodon dactylon	28	0.044	-3.126	0.1372
Dalea leporina	4	0.006	-5.072	0.0318
Desmodium molliculum	2	0.003	-5.765	0.0181
Dyssodia papposa	20	0.031	-3.463	0.1085

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
Dyssodia pinnata	24	0.038	-3.280	0.1234
Eragrostis echinochloide	19	0.030	-3.514	0.1046
Euphorbia hyssopifolia	4	0.006	-5.072	0.0318
Florestina pedata	7	0.011	-4.512	0.0495
Gomphrena serrata	4	0.006	-5.072	0.0318
Heterosperma pinnatum	7	0.011	-4.512	0.0495
Lopezia racemosa	5	0.008	-4.849	0.0380
Muhlenbergia rigida	12	0.019	-3.973	0.0747
Oxalis corniculata	3	0.005	-5.360	0.0252
Parthenium hysterophorus	9	0.014	-4.261	0.0601
Salvia lavanduloides	16	0.025	-3.686	0.0924
Salvia reptans	2	0.003	-5.765	0.0181
Solanum nigrescens	3	0.005	-5.360	0.0252
Sporobolus pyramidatus	28	0.044	-3.126	0.1372
Stevia serrata	3	0.005	-5.360	0.0252
Stevia tomentosa	3	0.005	-5.360	0.0252
Tagetes lunulata	3	0.005	-5.360	0.0252
Zea mays	79	0.124	-2.089	0.2587
		H' CALCULADA		2.75
		H' MAXIMA=Ln (S)		3.47
		EQUIDAD (J)=H / H MAX		0.79

El estrato herbáceo de la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola de la zona bajo estudio posee una riqueza específica de 32 especies, las cuales poseen una distribución de 0.79. La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo dentro del predio es de 3.47 y

la H´ calculada fue de 2.75, lo que nos indica que esta forma de vida está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Epífita, trepadora y/o cactácea del SAR.

En las epífitas, trepadoras y/o cactáceas del SAR se registraron 2 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.29. Estimación del VIR de las especies presentes en las epífitas, trepadoras y/o cactáceas del SAR.

Nombre científico	Cobertura relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Opuntia streptacantha	2.43	25.00	28.57	56.00
Opuntia tomentosa	97.57	75.00	71.43	244.00
TOTAL	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

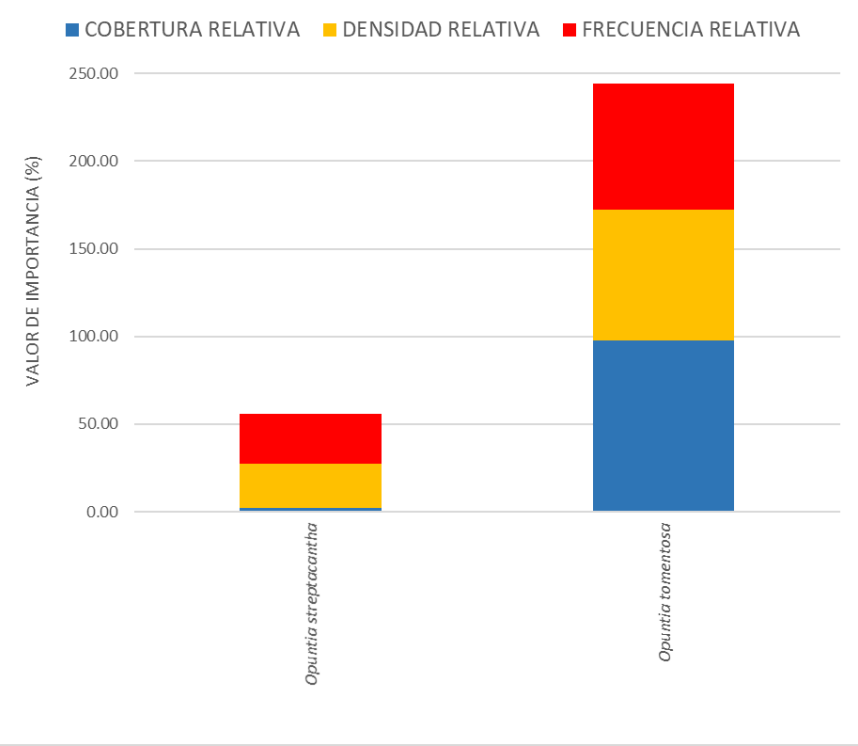


Figura IV.29. Valores de VIR de las especies de las epífitas, trepadoras y/o cactáceas del SAR.

De acuerdo con lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura (97.57%), densidad (75.00%) y frecuencia (71.43 %) registrada dentro del estrato arbustivo en el SAR fue *Opuntia tomentosa.*

De manera particular se puede indicar que dentro la forma las epífitas, trepadoras y/o cactáceas del SAR la especie con el mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) fue *Opuntia tomentosa* con el 24% de representatividad.

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para la forma arbustiva dentro del predio bajo estudio:

Tabla IV.30. Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbustivo del SA.

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
Opuntia streptacantha	2	0.250	-1.386	0.3466
Opuntia tomentosa	6	0.750	-0.288	0.2158
		H' CALCULADA		0.56
		H' MAXIMA=Ln (S)		0.69
		EQUIDAD (J)=H / H MAX		0.81

El estrato epífita, trepadora y/o cactácea de la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola de la zona bajo estudio posee una riqueza específica de 2 especies, las cuales poseen una distribución de 0.81. La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbustivo dentro del SAR es de 0.69 y la H´ calculada fue de 0.56, lo que nos indica que nuestro estrato está cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Estrato arbustivo del SAR.

En el estrato arbustivo del SAR se registraron 10 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.31. Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbustiva del SAR.

Nombre científico	Cobertura relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Ageratina adenophora	6.16	9.76	12.50	28.42

Nombre científico	Cobertura relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Arctostaphylos pungens	18.66	24.39	12.50	55.55
Asclepias oenotheroides	4.56	12.20	8.33	25.09
Baccharis conferta	8.09	14.63	16.67	39.39
Baccharis salicifolia	6.71	7.32	8.33	22.36
Eupatorium pichinchense	3.35	7.32	8.33	19.00
Mimosa biuncifera	42.83	9.76	12.50	65.08
Rhamnus microphylla	1.74	2.44	4.17	8.34
Rhus standleyi	5.23	7.32	8.33	20.88
Ricinus communis	2.67	4.88	8.33	15.88
TOTAL	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

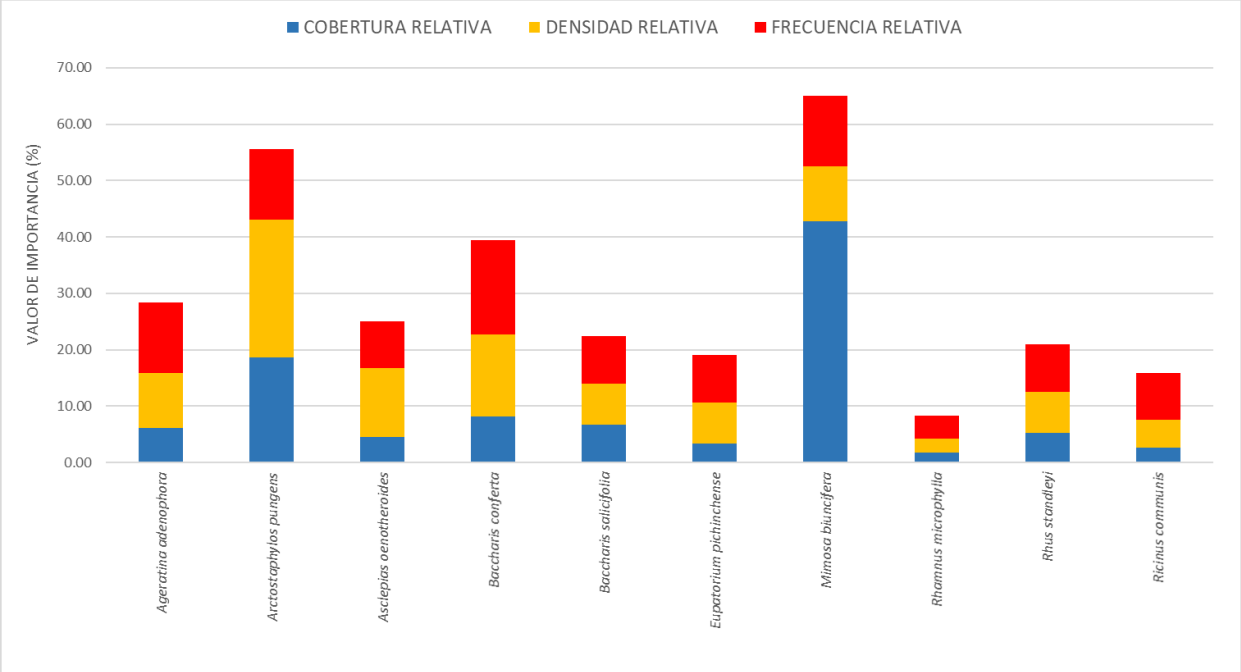


Figura IV.30. Valores de VIR de las especies del estrato arbustivo registrado dentro del SAR.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que la especie más representativas por su cobertura registrada dentro del estrato arbustivo en el SAR fueron las siguientes: *Mimosa biuncifera*

(42.83%) y *Arctostaphylos pungens* (18.66%). Para el caso de la especie más representativa por su densidad dentro del estrato arbóreo fueron: *Arctostaphylos pungens* (24.39%), *Baccharis conferta* (14.63%) y *Asclepias oenotheroides* (12.20%). Por su parte las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro del estrato arbóreo son las especies *Baccharis conferta* (16.67%), *Ageratina adenophora*, *Arctostaphylos pungens* y *Mimosa biuncifera* con el 12.50% de representatividad cada una

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del SAR la especie con el mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) fue las especies *Mimosa biuncifera* (65.08%) y *Arctostaphylos pungens* (55.55%).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro del SAR:

Tabla IV.32. Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato arbustivo del SAR.

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
Ageratina adenophora	4	0.098	-2.327	0.2271
Arctostaphylos pungens	10	0.244	-1.411	0.3441
Asclepias oenotheroides	5	0.122	-2.104	0.2566
Baccharis conferta	6	0.146	-1.922	0.2812
Baccharis salicifolia	3	0.073	-2.615	0.1913
Eupatorium pichinchense	3	0.073	-2.615	0.1913
Mimosa biuncifera	4	0.098	-2.327	0.2271
Rhamnus microphylla	1	0.024	-3.714	0.0906
Rhus standleyi	3	0.073	-2.615	0.1913
Ricinus communis	2	0.049	-3.020	0.1473
		H' CALCULADA		2.15
		H' MAXIMA=Ln (S)		2.30
		EQUIDAD (J)=H / H MAX		0.93

El estrato arbustivo de la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola de la zona bajo estudio posee una riqueza específica de 10 especies, las cuales poseen una distribución de 0.93, con el

cual se puede afirmar la dominancia de ciertas especies. La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbustivo dentro del SAR es de 2.30 y la H´ calculada fue de 2.15, lo que nos indica que nuestro estrato se encuentra lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Estrato arbóreo del SAR.

En el estrato arbóreo del SAR se registraron 4 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.33. Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbórea del SAR.

Nombre científico	Cobertura relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Acacia farnesiana	17.87	22.22	25.00	65.10
Acacia pennatula	13.29	22.22	25.00	60.51
Eysenhardtia polystachya	56.32	33.33	25.00	114.65
Ipomoea murucoides	12.52	22.22	25.00	59.74
TOTAL	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

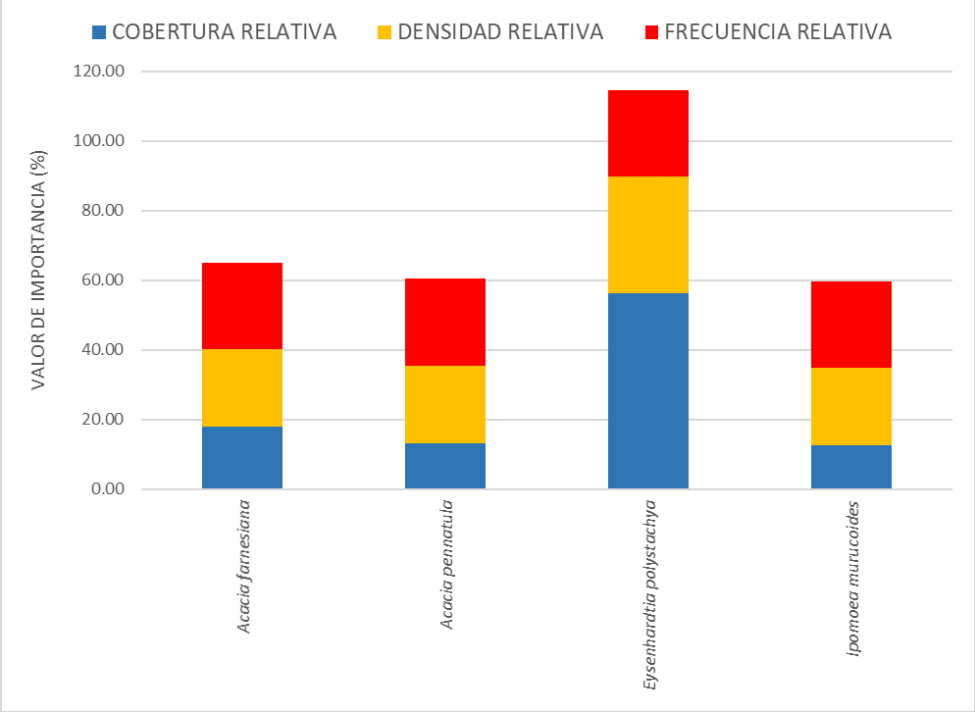


Figura IV.31. Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo registrada dentro del SAR.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que la especie más representativas por su cobertura registrada dentro del estrato arbóreo del SAR fue: *Eysenhardtia polystachya* con una representatividad del 56.32%. Para el caso de la especie más representativa por su densidad fue la especie *Eysenhardtia polystachya* con el 33.33%. Por su parte la especie con el mayor valor de frecuencia relativa fue la especie *Eysenhardtia polystachya* con el 25.00% de representatividad.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del SAR las especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) fue la especie; *Eysenhardtia polystachya* con el 114.65% de representatividad.

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro del SAR:

Tabla IV.34. Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies de la forma arbórea del SAR.

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
Acacia farnesiana	2	0.222	-1.504	0.3342
Acacia pennatula	2	0.222	-1.504	0.3342
Eysenhardtia polystachya	3	0.333	-1.099	0.3662
Ipomoea murucoides	2	0.222	-1.504	0.3342
		H' CALCULADA		1.37
		H' MAXIMA=Ln (S)		1.39
		EQUIDAD (J)=H / H MAX		0.99

El estrato arbóreo de la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola de la zona bajo estudio posee una riqueza específica de 4 especies, las cuales poseen una distribución de 0.99 con el cual se puede afirmar la dominancia de ciertas especies. La máxima diversidad que puede alcanzar según el estrato arbóreo dentro del SAR es de 1.39 y la H´ calculada fue de 1.37, lo que nos indica que nuestro estrato se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia. Nom-059-SEMARNAT-2010 en el SAR. En el SAR no se registraron especies enlistadas en alguna categoría de dicha norma, en lo que respecta al elemento endémico se

registraron para el SAR 9 especies (*Asclepias linaria, Dyssodia pinnata, Florestina pedata, Ipomoea murucoides, Lopezia racemosa, Opuntia streptacantha, Rhamnus microphylla, Rhus standleyi y Tagetes lunulata*).

La base de datos completa del listado florístico de los registros, las estimaciones de los parámetros de Área basal, Cobertura, Frecuencia, Densidad, VIR, índice de Shannon-Wiener e índice de Equidad del predio se puede revisar en el Anexo 08 de este estudio técnico.

Análisis de la diversidad de la vegetación en el predio.

Como resultado de los muestreos se tiene que en el predio se registró una riqueza de 30 especies pertenecientes a 26 géneros y 12 familias. Estas especies están contempladas en los estratos herbáceo (24 especies), epífita, trepadora y/o cactácea (1 especies), arbustivo (4 especies) y arbóreo (1 especies). La representatividad de las especies registradas por estratos son las que a continuación se presentan:

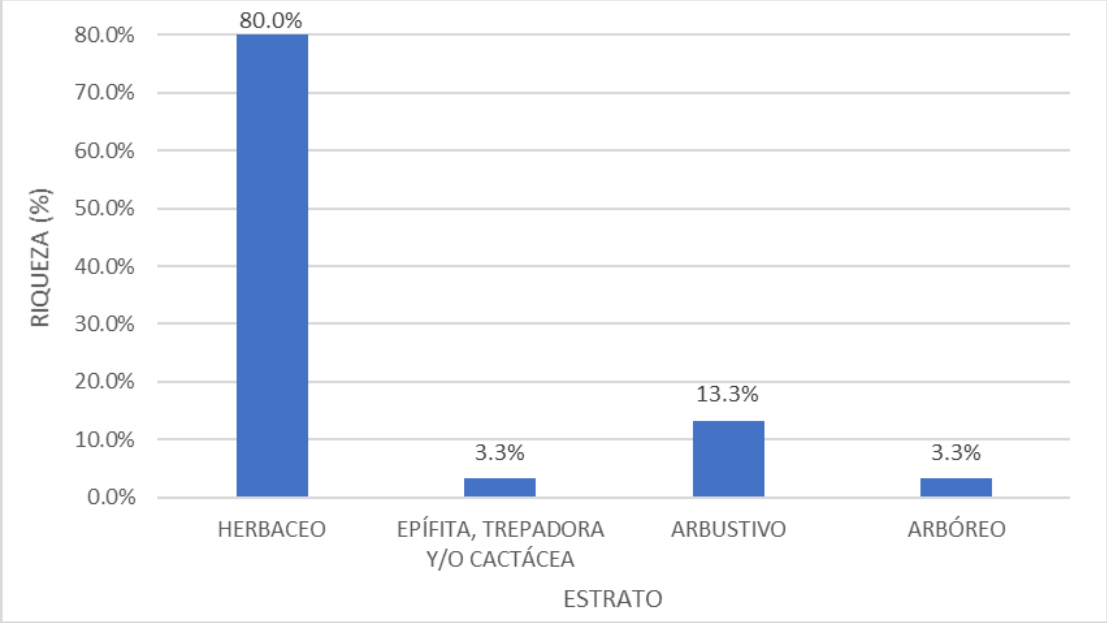


Figura IV.32. Representatividad de las especies de flora silvestre registradas dentro del el área del predio.

A continuación, se presenta la distribución de las especies registradas por estratos en el área del proyecto.

Estrato herbáceo del predio.

Para el estrato herbáceo del predio se registraron 24 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.35. Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato herbáceo del predio.

Nombre científico	Cobertura relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Amaranthus hybridus	7.09	4.67	6.25	18.01
Aristida adscensionis	18.20	37.59	12.50	68.29
Aristida divaricata	4.49	8.11	5.00	17.60
Asclepias linaria	1.41	0.98	3.75	6.14
Bidens aurea	5.34	2.95	7.50	15.79
Bouteloua gracilis	3.45	6.27	5.00	14.72
Chenopodium ambrosioides	0.16	0.86	3.75	4.77
Commelina diffusa	0.94	1.60	5.00	7.54
Cosmos bipinnatus	2.97	1.97	5.00	9.94
Cynodon dactylon	3.25	7.49	8.75	19.50
Desmodium molliculum	0.81	1.35	3.75	5.91
Dyssodia papposa	2.74	1.72	3.75	8.21
Dyssodia pinnata	3.15	2.21	1.25	6.61
Eragrostis echinochloide	0.42	0.86	1.25	2.53
Euphorbia hyssopifolia	0.57	1.23	3.75	5.55
Heterosperma pinnatum	0.26	0.61	2.50	3.38
Muhlenbergia rigida	0.13	0.25	1.25	1.63
Parthenium hysterophorus	3.78	1.84	3.75	9.37
Salvia lavanduloides	2.06	1.84	3.75	7.65
Salvia reptans	0.20	0.25	2.50	2.95
Solanum nigrescens	0.27	0.12	1.25	1.64
Sporobolus pyramidatus	1.34	2.70	2.50	6.54
Stevia tomentosa	0.49	0.49	2.50	3.48

Nombre científico	Cobertura relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Zea mays	36.45	12.04	3.75	52.24
TOTAL	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

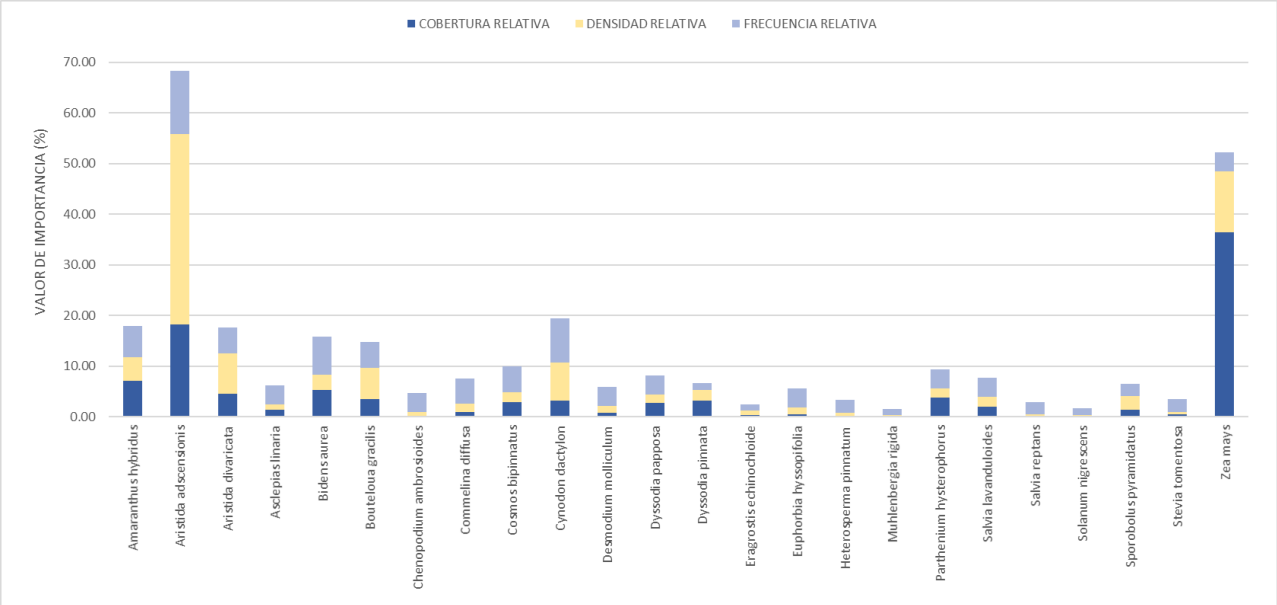


Figura IV.33. Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo registrada en el predio.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro de este estrato fueron las *Zea mays* (36.45%) y *Aristida adscensionis* (18.20%). Así mismo, las especies *Aristida adscensionis* (37.59%) y *Zea mays* (12.04%) fueron las más importantes por su densidad. Por último, la especie con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del predio fue Aristida adscensionis con el 12.50% de representatividad.

De manera particular se puede indicar que la forma de vida herbácea del predio las especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) fueron *Aristida adscensionis* (68.29%) y *Zea mays* (52.24%)

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo en el predio:

Tabla IV.36. Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') de las especies del estrato herbáceo del estrato herbáceo del predio.

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
Amaranthus hybridus	38	0.047	-3.064	0.1431
Aristida adscensionis	306	0.376	-0.978	0.3678
Aristida divaricata	66	0.081	-2.512	0.2037
Asclepias linaria	8	0.010	-4.623	0.0454
Bidens aurea	24	0.029	-3.524	0.1039
Bouteloua gracilis	51	0.063	-2.770	0.1736
Chenopodium ambrosioides	7	0.009	-4.756	0.0409
Commelina diffusa	13	0.016	-4.137	0.0661
Cosmos bipinnatus	16	0.020	-3.929	0.0772
Cynodon dactylon	61	0.075	-2.591	0.1942
Desmodium molliculum	11	0.014	-4.304	0.0582
Dyssodia papposa	14	0.017	-4.063	0.0699
Dyssodia pinnata	18	0.022	-3.812	0.0843
Eragrostis echinochloide	7	0.009	-4.756	0.0409
Euphorbia hyssopifolia	10	0.012	-4.399	0.0540
Heterosperma pinnatum	5	0.006	-5.093	0.0313
Muhlenbergia rigida	2	0.002	-6.009	0.0148
Parthenium hysterophorus	15	0.018	-3.994	0.0736
Salvia lavanduloides	15	0.018	-3.994	0.0736
Salvia reptans	2	0.002	-6.009	0.0148
Solanum nigrescens	1	0.001	-6.702	0.0082
Sporobolus pyramidatus	22	0.027	-3.611	0.0976

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
Stevia tomentosa	4	0.005	-5.316	0.0261
Zea mays	98	0.120	-2.117	0.2549
		H' CALCULADA		2.32
		H' MAXIMA=Ln (S)		3.18
		EQUIDAD (J)=H / H MAX		0.73

El estrato herbáceo de la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola de la zona bajo estudio posee una riqueza específica de 24 especies, las cuales poseen una distribución de 0.73. La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo dentro del predio es de 3.18 y la H´ calculada fue de 2.32, lo que nos indica que nuestro estrato se encuentra lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Epífita, trepadora y/o cactácea del predio.

En las epífitas, trepadoras y/o cactáceas del área del predio se registraron 1 especies. Debido a que solo se registró esa sola especie no se presenta el análisis de biodiversidad correspondiente.

Tabla IV.37. Estimación del VIR de las especies presentes en las epífitas, trepadoras y/o cactáceas del predio.

Nombre científico	Cobertura relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Opuntia tomentosa	100.00	100.00	100.00	300.00
TOTAL	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

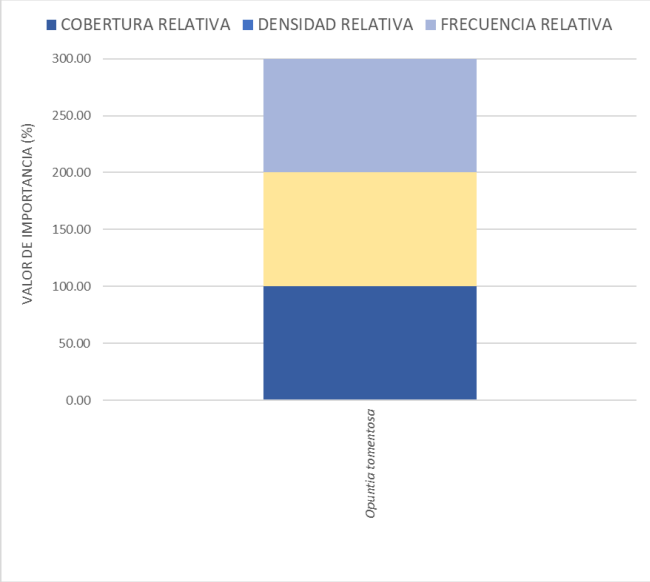


Figura IV.34. Valores de VIR de las especies de las epífitas, trepadoras y/o cactáceas del predio.

Estrato arbustivo del predio.

En el estrato arbustivo del área del predio se registraron 4 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

Tabla IV.38. Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbustiva del predio.

Nombre científico	Cobertura relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Asclepias oenotheroides	29.94	36.36	28.57	94.88
Mimosa biuncifera	22.44	18.18	28.57	69.20
Rhus standleyi	29.29	27.27	28.57	85.14
Ricinus communis	18.32	18.18	14.29	50.79
TOTAL	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

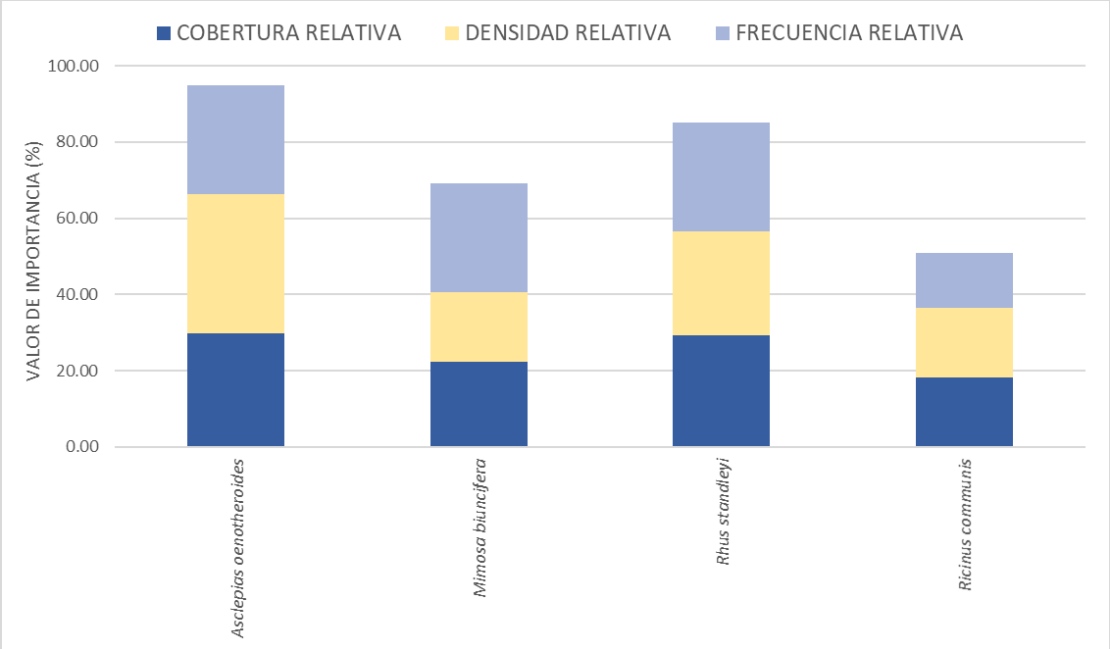


Figura IV.35. Valores de VIR de las especies del estrato arbustivo registrado dentro del predio.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que la especie más representativas por su cobertura registrada en el estrato arbustivo fueron: *Asclepias oenotheroides* (29.94%) y *Rhus standleyi* (29.29%). Para el caso de la especie más representativa por su densidad dentro del estrato arbustivo del área del proyecto fue *Asclepias oenotheroides* con el 36.36% de representatividad. Por su parte la especie con el mayor valor de frecuencia relativa dentro del estrato arbustivo del predio fueron *Asclepias oenotheroides, Mimosa biuncifera* y *Rhus standleyi* 28.57%

De manera particular se puede indicar que en el estrato arbustivo del predio la especie con el mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) fue Asclepias oenotheroides con el 94.88% de representatividad.

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbustivo dentro del predio:

Tabla IV.39. Estimación del Índice de Shannon-Wienner (H') del estrato arbustivo del predio.

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
Asclepias oenotheroides	4	0.364	-1.012	0.3679
Mimosa biuncifera	2	0.182	-1.705	0.3100
Rhus standleyi	3	0.273	-1.299	0.3543

Nombre científico	Número individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
Ricinus communis	2	0.182	-1.705	0.3100
		H' CALCULADA		1.34
		H' MAXIMA=Ln (S)		1.39
		EQUIDAD (J)=H / H MAX		0.97

El estrato arbustivo de la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola de la zona bajo estudio posee una riqueza específica de 4 especies, las cuales poseen una distribución de 0.97. La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbustivo dentro del predio es de 1.39 y la H´ calculada fue de 1.34, lo que nos indica que nuestro estrato se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Estrato arbóreo del predio.

En el estrato arbóreo del predio se registró 1 especie. Debido a que solo se registró esa sola especie no se presenta el análisis de biodiversidad correspondiente.

Tabla IV.40. Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbórea del predio.

Nombre científico	Cobertura relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Acacia pennatula	100.00	100.00	100.00	300.00
TOTAL	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

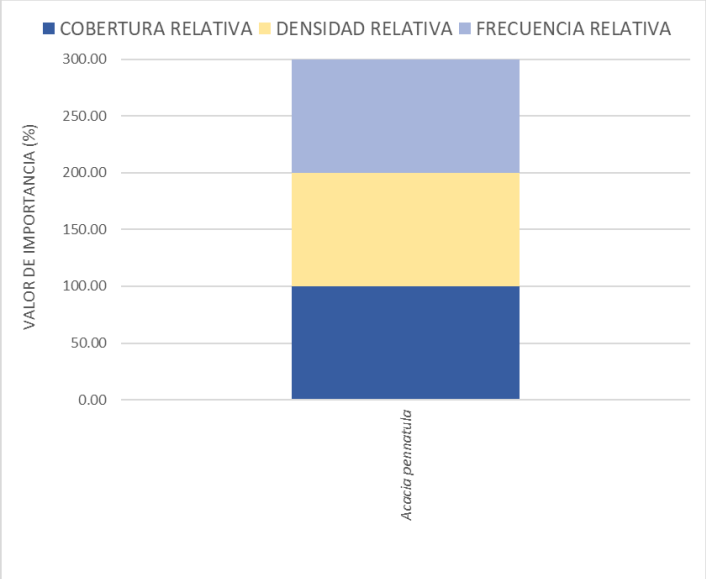


Figura IV.36. Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo registrada dentro del predio.

Presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de influencia. Nom-059-semarnat-2010 en el área del predio. En el área del Proyecto no se registraron especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, se observaron 3 especies endémicas (*Asclepias linaria, Dyssodia pinnata* y *Rhus standleyi*).

Análisis florístico (comparativo) entre el SAR y el predio.

La flora silvestre analizada y dividida por estratos permite visualizar lo siguientes resultados comparativos:

Herbáceo: Este estrato referente al SAR se registró un total de 32 especies y en el predio únicamente 24. Lo anterior indica que en el SAR hay una mayor riqueza específica con respecto al predio. En total se comparten 24 especies de flora silvestre en el SAR y el AP; pero, también es importante mencionar que al menos 8 especies de flora silvestre registradas para el SAR no fueron observadas en el estrato herbáceo del predio. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

Tabla IV.41. Especies registradas en el estrato herbáceo del SAR y el predio.

HERBÁCEO			
NOMBRE CIENTÍFICO		VIR SAR (%)	VIR PREDIO (%)
1	*Amaranthus hybridus*	19.79	18.01
2	*Aristida adscensionis*	43.79	68.29

HERBÁCEO			
NOMBRE CIENTÍFICO		VIR SAR (%)	VIR PREDIO (%)
3	*Aristida divaricata*	21.81	17.60
4	*Asclepias linaria*	8.84	6.14
5	*Bidens aurea*	12.53	15.79
6	*Bouteloua gracilis*	7.42	14.72
7	*Chamissoa altissima*	3.04	**0.00**
8	*Chenopodium ambrosioides*	1.22	4.77
9	*Commelina diffusa*	6.92	7.54
10	*Cosmos bipinnatus*	9.75	9.94
11	*Cynodon dactylon*	9.85	19.50
12	*Dalea leporina*	1.93	**0.00**
13	*Desmodium molliculum*	1.46	5.91
14	*Dyssodia papposa*	11.02	8.21
15	*Dyssodia pinnata*	9.79	6.61
16	*Eragrostis echinochloide*	8.05	2.53
17	*Euphorbia hyssopifolia*	2.95	5.55
18	*Florestina pedata*	4.49	**0.00**
19	*Gomphrena serrata*	4.52	**0.00**
20	*Heterosperma pinnatum*	3.53	3.38
21	*Lopezia racemosa*	2.16	**0.00**
22	*Muhlenbergia rigida*	4.71	1.63
23	*Oxalis corniculata*	2.83	**0.00**
24	*Parthenium hysterophorus*	6.30	9.37
25	*Salvia lavanduloides*	7.89	7.65

HERBÁCEO			
NOMBRE CIENTÍFICO		VIR SAR (%)	VIR PREDIO (%)
26	*Salvia reptans*	2.48	2.95
27	*Solanum nigrescens*	2.35	1.64
28	*Sporobolus pyramidatus*	7.83	6.54
29	*Stevia serrata*	2.74	**0.00**
30	*Stevia tomentosa*	2.79	3.48
31	*Tagetes lunulata*	2.87	**0.00**
32	*Zea mays*	62.33	52.24
	Amaranthus hybridus	19.79	18.01
	Aristida adscensionis	43.79	68.29
	Aristida divaricata	21.81	17.60

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en el SAR o bien en el predio.

Tabla IV.42. Riqueza y diversidad en el estrato herbáceo en el SAR y el predio.

HERBÁCEO		
PARÁMETROS	SAR	PREDIO
RIQUEZA (S)	32	24
H' CALCULADA	2.7494	2.3179
H' MAXIMA=Ln (S)	3.4657	3.1781
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7933	0.7293
H MAX-H CAL	0.7163	0.8601

Tal como se muestra en la tabla anterior, la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola del SAR presenta una mayor equidad con valor de 0.7933 en comparación al predio que tuvo un valor de 0.7293. Es decir, la distribución de los individuos por especie es más homogénea que en el SAR. Por otro lado, de acuerdo con las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para este estrato del SAR y el predio, confirman que el SAR es más diverso (H'=2.7494) que el

predio (H'=2.3179). De igual forma la H' máxima del SAR es más diversa (H' máxima =3.4657) que el predio (H' máxima =3.1781).

Epifitas, trepadoras y/o cactácea. En este estrato se registró un total de 2 especies para el SAR y 1 especie para el predio. En total se comparte 1 especie de flora silvestre en el SAR y el predio, Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa:

Tabla IV.43. Especies registradas en las epifitas, trepadoras y/o cactácea del SAR y el predio.

EPIFITAS, TREPADORAS Y/O CACTÁCEA			
NOMBRE CIENTÍFICO		VIR SAR (%)	VIR PREDIO (%)
1	*Opuntia streptacantha*	56.00	**0.00**
2	*Opuntia tomentosa*	244.00	300.00

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en el SAR o bien en el predio en el estrato correspondiente.

Tabla IV.44. Riqueza y diversidad en las epifitas, trepadoras y/o cactácea en el SAR y el predio.

EPÍFITA, TREPADORA Y/O CACTÁCEA		
PARÁMETROS	SAR	PREDIO
RIQUEZA (S)	2	1
H' CALCULADA	0.5623	0.0000
H' MAXIMA=Ln (S)	0.6931	0.0000
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8113	0.0000
H MAX-H CAL	0.1308	0.0000

Tal como se muestra en la tabla anterior, la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola del SAR presenta una mayor equidad con valor de 0.8113 en comparación al predio que tuvo un valor de 0.0000. Es decir, la distribución de los individuos por especie es mucho más homogénea que en el SAR. Por otro lado, de acuerdo con las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para este estrato del SAR y el predio, confirman que el SAR es más diverso (H'=0.5623) que el predio (H'=0.0000). De igual forma la H' máxima del SAR es más diversa (H' máxima =0.6931) que el predio (H' máxima =0.0000).

Arbustivo. En el estrato arbustivo del SAR se registró un total de 10 especies y en el predio apenas 4 especies. En total se comparten 4 especies de flora silvestre en el SAR y el predio; pero, es importante mencionar que al menos 6 especies de flora silvestre registradas para el SAR

no fueron observadas en el estrato herbáceo del predio. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa:

Tabla IV.45. Especies registradas en el estrato arbustivo del SAR y el predio.

ARBUSTIVO			
NOMBRE CIENTÍFICO		VIR SAR (%)	VIR PREDIO (%)
1	*Ageratina adenophora*	28.42	**0.00**
2	*Arctostaphylos pungens*	55.55	**0.00**
3	*Asclepias oenotheroides*	25.09	94.88
4	*Baccharis conferta*	39.39	**0.00**
5	*Baccharis salicifolia*	22.36	**0.00**
6	*Eupatorium pichinchense*	19.00	**0.00**
7	*Mimosa biuncifera*	65.08	69.20
8	*Rhamnus microphylla*	8.34	**0.00**
9	*Rhus standleyi*	20.88	85.14
10	*Ricinus communis*	15.88	50.79

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en el SAR o bien en el predio en el estrato correspondiente.

Tabla IV.46. Riqueza y diversidad en el estrato arbustivo en el SAR y el predio.

ARBUSTIVO		
PARÁMETROS	SAR	PREDIO
RIQUEZA (S)	10	4
H' CALCULADA	2.1480	1.3421
H' MAXIMA=Ln (S)	2.3026	1.3863
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9329	0.9681
H MAX-H CAL	0.1546	0.0442

Tal como se muestra en la tabla anterior, la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola del SAR presenta ligeramente una menor equidad con valor de 0.9329 en comparación al predio que tuvo un valor de 0.9681. Es decir, la distribución de los individuos por especie es menos homogénea en el SAR que en el predio. Por otro lado, de acuerdo con las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para este estrato del SAR y el predio, confirman que el SAR es ligeramente más diverso (H'=2.1480) que el predio (H'=1.3421). De igual forma la H' máxima del SAR es más diversa (H' máxima =2.3026) que el predio (H' máxima =1.3863).

Arbóreo. En el estrato arbóreo del SAR se registró un total de 4 especies y en el predio 1. En total se comparten una especie de flora silvestre en el SAR y el predio; pero, es importante mencionar que al menos tres especies de flora silvestre registradas para el SAR no fueron observadas en el estrato arbóreo del predio. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa:

Tabla IV.47. Especies registradas en el estrato arbóreo del SAR y del predio.

ARBÓREO			
	NOMBRE CIENTÍFICO	VIR SAR (%)	VIR PREDIO (%)
1	*Acacia farnesiana*	65.10	**0.00**
2	*Acacia pennatula*	60.51	300.00
3	*Eysenhardtia polystachya*	114.65	**0.00**
4	*Ipomoea murucoides*	59.74	**0.00**

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en el SAR o bien en el predio en el estrato correspondiente.

Tabla IV.48. Riqueza y diversidad en estrato herbáceo en el SAR y el predio.

ARBÓREO		
PARÁMETROS	SAR	PREDIO
RIQUEZA (S)	4	1
H' CALCULADA	1.3689	0.0000
H' MAXIMA=Ln (S)	1.3863	0.0000
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9875	0.0000
H MAX-H CAL	0.0174	0.0000

Tal como se muestra en la tabla anterior, la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola del SAR presenta una mayor equidad con valor de 0.9875 en comparación al predio que tuvo un valor de 0.0000. Es decir, la distribución de los individuos por especie es más homogénea que en el SAR. Por otro lado, de acuerdo con las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para este estrato del SAR y el predio, confirman que el SAR es ligeramente más diverso (H'=1.3863) que el predio (H'=0.0000). De igual forma la H' máxima del SAR es más diversa (H' máxima =1.3863) que el predio (H' máxima =0.0000).

Todo lo anterior indica que en las diferentes estratos analizadas a la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola del SAR poseen una mayor composición y riqueza específica en comparación a los estratos del predio. Asimismo, la composición florística a afectar por el proyecto se encuentran bien representadas en todos estratos de la cobertura vegetal asociada a los usos agrícola del SAR.

Lo anterior es apoyado con otras variables (parámetros) de atributos biológicos analizados en el SAR y el predio, los cuales indican que el SAR tiene una mayor composición, riqueza, diversidad y equidad en los diferentes estratos analizados en comparación al predio. Lo anterior se puede observar en la siguiente tabla resumen:

Tabla IV.49. Resumen comparativo de los atributos biológicos de composición, estructura y diversidad por estratos del SAR y el predio.

SITIO	PARÁMETROS	ESTRATOS DE LA VEGETACIÓN			
		Herbáceo	Epífita, trepadora y/o cactácea	Arbustivo	Arbóreo
SAR	Riqueza	32	2	10	4
	H' calculada	2.7494	0.5623	2.1480	1.3689
	H' máxima	3.4657	0.6931	2.3026	1.3863
	Equidad	0.7933	0.8113	0.9329	0.9875
SITIO	PARÁMETROS	ESTRATOS DE LA VEGETACIÓN			
		Herbáceo	Epífita, trepadora y/o cactácea	Arbustivo	Arbóreo
PREDIO	Riqueza	24	1	4	1
	H' calculada	2.3179	0.0000	1.3421	0.0000
	H' máxima	3.1781	0.0000	1.3863	0.0000
	Equidad	0.7293	0.0000	0.9681	0.0000

A continuación, se presentan las proyecciones esquemáticas comparativas de los parámetros de la composición, estructura y diversidad por estratos en el SAR y predio de estudio:

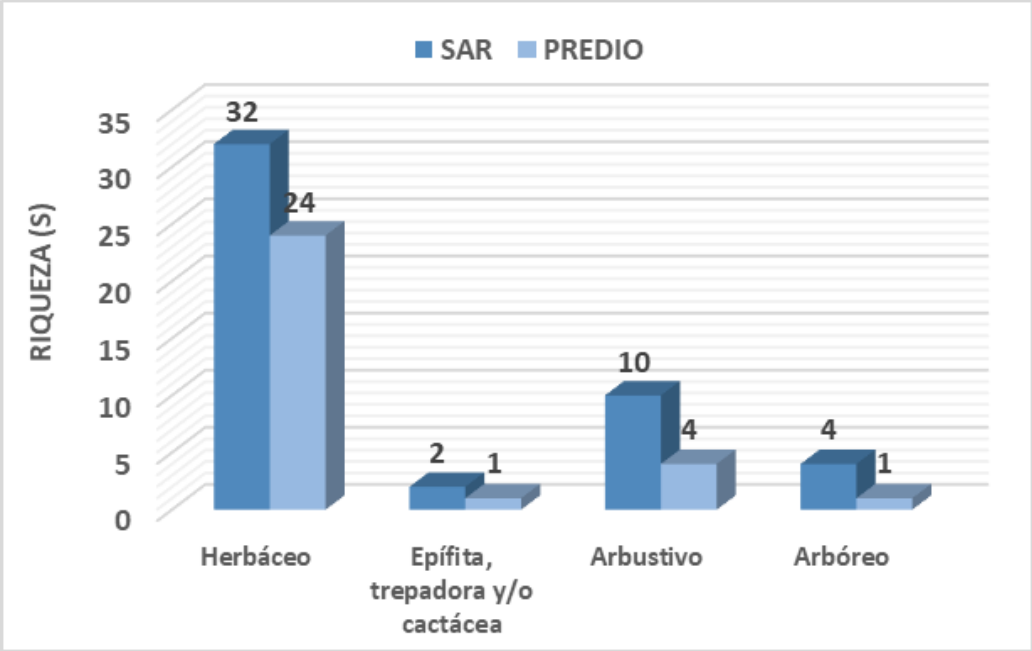


Figura IV.37. Comparación de la riqueza de las especies de flora silvestre por estratos de la vegetación en el SAR y el predio.

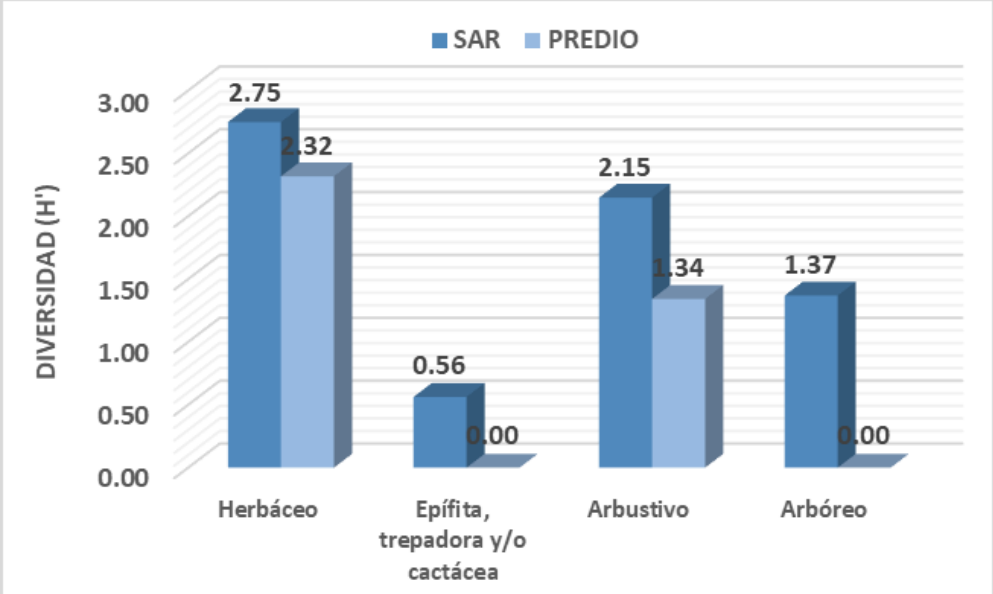


Figura IV.38. Comparación de la diversidad de la flora silvestre por estratos de la vegetación en el SAR y el predio.

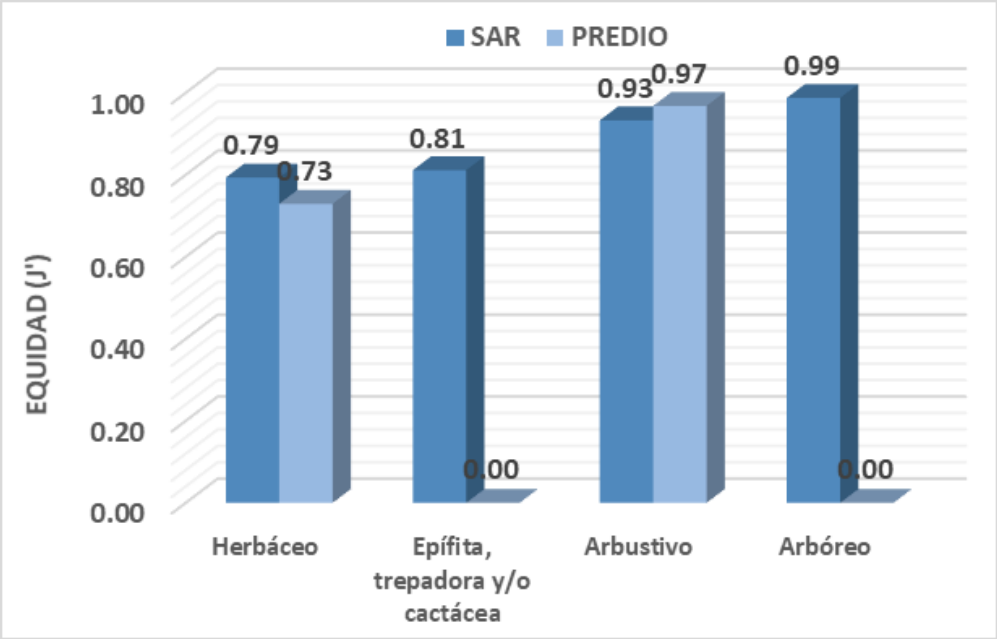


Figura IV.39. Comparación de la equidad de la flora silvestre por estratos de la vegetación en el SAR y el predio.

b) Fauna.

Caracterización de la fauna a nivel cartográfico y bibliográfico.

Caracterización de la fauna a nivel cartográfico.

Provincias Biogeográficas.

La zona destinada para el desarrollo del proyecto fotovoltaico se localiza dentro de la provincia biogeográfica Eje Volcánico, también conocida como Faja Volcánica Transmexicana (FVT), de acuerdo con la regionalización biogeográfica propuesta por Morrone y colaboradores (2017) y adoptada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, (Figura IV.40). Esta provincia constituye una de las unidades biogeográficas más representativas de México y forma parte de la denominada Zona de Transición Mexicana, una región donde convergen elementos florísticos y faunísticos de afinidad Neártica y Neotropical. Esta condición ha favorecido, a lo largo de millones de años de evolución geológica y biológica, la conformación de ecosistemas con elevada riqueza específica, altos niveles de endemismo y una notable heterogeneidad ambiental, lo que convierte a esta provincia en una de las regiones de mayor importancia para la conservación de la biodiversidad a nivel nacional. La Faja Volcánica Transmexicana se extiende desde el océano Pacífico hasta el Golfo de México y presenta una compleja configuración geomorfológica integrada por sierras, volcanes, mesetas, lomeríos, valles intermontanos y extensas planicies de origen volcánico, producto de una intensa actividad tectónica y magmática ocurrida principalmente durante el Cenozoico. Esta diversidad fisiográfica genera una amplia variedad de condiciones climáticas, edáficas e hidrológicas que sustentan numerosos tipos de vegetación y comunidades biológicas, siendo reconocida como un importante centro de diversificación evolutiva para múltiples grupos de flora y fauna.

No obstante, la importancia biogeográfica de esta provincia debe analizarse en conjunto con las condiciones particulares del sitio donde se desarrollará el proyecto. De acuerdo con la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII del INEGI, la totalidad del polígono del proyecto corresponde a la categoría Agricultura de Temporal Anual (TA), definida como superficies destinadas al cultivo de especies agrícolas de ciclo anual cuyo desarrollo depende exclusivamente del régimen natural de precipitación. Esta clasificación refleja que el predio ha sido transformado históricamente para actividades agropecuarias, lo que implicó la sustitución de la cobertura vegetal original por un sistema agrícola permanente. En consecuencia, el área del proyecto forma parte de una matriz productiva con un grado importante de modificación antrópica, donde el uso predominante del suelo ha estado orientado a la producción agrícola y no a la conservación de ecosistemas naturales.

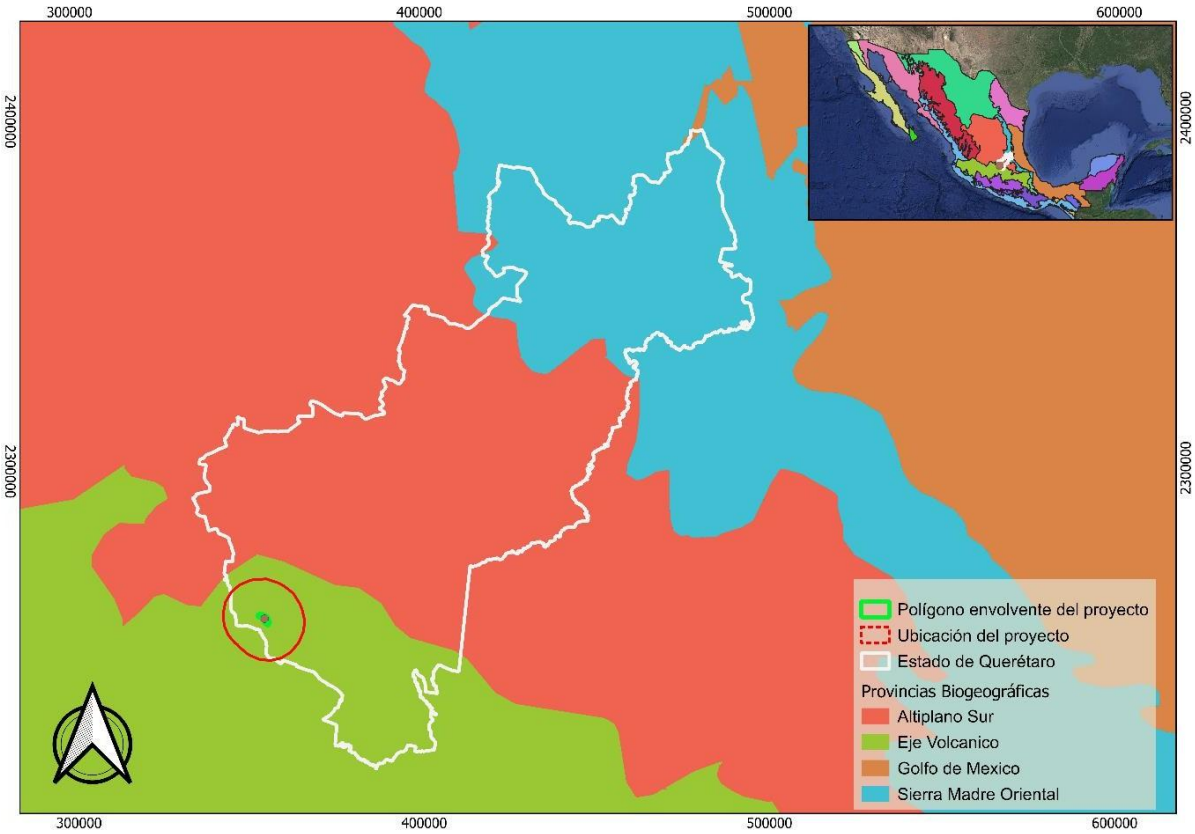


Figura IV.40. Provincias biogeográficas de México de acuerdo con Morrone y colaboradores (2017) adoptado por CONABIO.

Desde la perspectiva ambiental, esta condición resulta particularmente relevante para la planeación del proyecto fotovoltaico. La literatura científica especializada coincide en que la expansión de la infraestructura para generación de energía solar debe privilegiar terrenos previamente transformados por actividades agropecuarias, industriales o de otro tipo, evitando en la medida de lo posible la conversión directa de ecosistemas naturales con alto valor ecológico. Bajo este enfoque, el establecimiento del proyecto sobre un terreno clasificado como agricultura de temporal representa una alternativa territorialmente más compatible con los principios de desarrollo sostenible, ya que aprovecha un espacio previamente intervenido, reduciendo la necesidad de remover vegetación natural y disminuyendo el riesgo de fragmentación de hábitats primarios. Asimismo, esta estrategia contribuye a compatibilizar los objetivos nacionales de transición energética con la conservación del patrimonio natural, favoreciendo el uso eficiente del territorio mediante el aprovechamiento de superficies ya destinadas a actividades productivas.

Sin embargo, el hecho de que el predio presente un uso agrícola consolidado no implica la ausencia de valores ecológicos. Diversas investigaciones han demostrado que los agroecosistemas pueden desempeñar funciones relevantes dentro del paisaje, proporcionando recursos de alimentación, refugio y desplazamiento para numerosas especies de fauna silvestre,

particularmente aves, mamíferos pequeños, reptiles, anfibios, insectos polinizadores y otros organismos que utilizan las parcelas agrícolas como parte de una matriz funcional que conecta remanentes de vegetación natural. En este sentido, aunque el proyecto no se localiza sobre un ecosistema conservado, su inserción dentro de la provincia biogeográfica Eje Volcánico hace necesario considerar la conectividad ecológica del paisaje circundante y la presencia potencial de especies que utilizan estas áreas transformadas durante sus actividades de alimentación, reproducción o dispersión. En consecuencia, la construcción del proyecto fotovoltaico debe incorporar medidas de diseño y manejo orientadas a mantener dicha funcionalidad ecológica, incluyendo la conservación de la cobertura herbácea entre las hileras de paneles, el control de procesos erosivos, el manejo adecuado del escurrimiento superficial, la protección de árboles aislados o elementos lineales de vegetación presentes en el predio y el establecimiento de programas de monitoreo de flora y fauna durante las etapas de preparación, construcción y operación. Estas acciones permiten reducir los impactos potenciales sobre la biodiversidad y favorecer la permanencia de procesos ecológicos dentro de una matriz agrícola ya modificada.

Áreas de Conservación de la Biodiversidad Terrestre.

Las Áreas Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad Terrestre fueron desarrolladas por la CONABIO como resultado del análisis nacional de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México. Su delimitación se realizó mediante metodologías de planeación sistemática de la conservación, integrando información sobre la distribución de especies, riqueza biológica, endemismo, representatividad de ecosistemas, conectividad del paisaje, estado de conservación y grado de amenaza. A partir de estos criterios se identificaron sitios cuya protección resulta estratégica para asegurar la permanencia del capital natural del país y optimizar las acciones de conservación y restauración a escala nacional. En consecuencia, estas áreas constituyen un instrumento técnico de referencia para orientar la planeación territorial y la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo de infraestructura y el uso sustentable del territorio.

En este contexto, la ausencia del proyecto dentro de cualquiera de las categorías de prioridad (extrema, alta o media) representa una condición favorable desde el punto de vista de la planificación ambiental (Figura IV.41). Esto sugiere que la superficie seleccionada no forma parte de los núcleos territoriales donde la CONABIO ha identificado una concentración excepcional de atributos biológicos o ecosistemas cuya conservación resulta prioritaria a nivel nacional. Asimismo, disminuye la probabilidad de generar afectaciones directas sobre áreas consideradas estratégicas para mantener la representatividad de la biodiversidad mexicana, reducir los vacíos del sistema nacional de conservación y preservar procesos ecológicos fundamentales. No obstante, aun cuando el proyecto no se ubique dentro de un área prioritaria para la conservación de la biodiversidad terrestre, ello no exime la necesidad de implementar medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental.

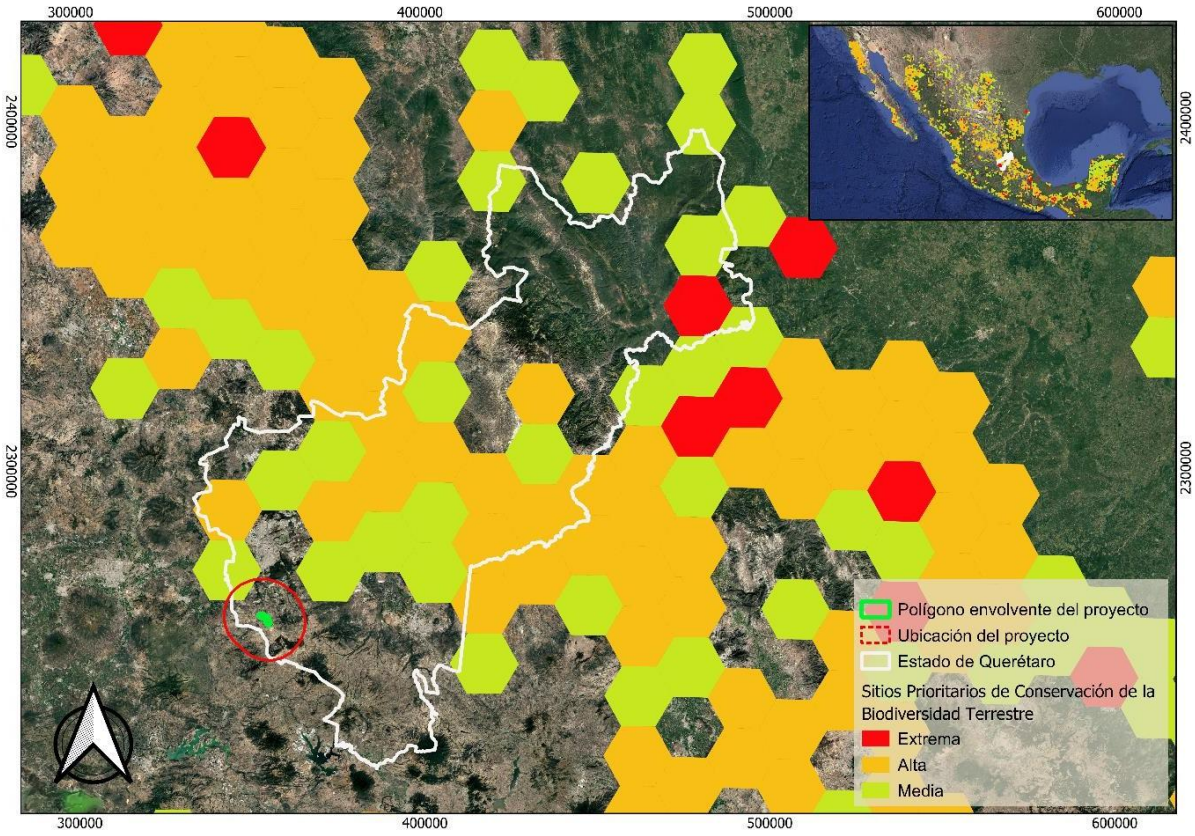


Figura IV.41. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad Terrestre desarrolladas por la CONABIO.

Provincias herpetofaunísticas.

La ubicación del proyecto fotovoltaico se encuentra comprendida dentro de la provincia herpetofaunística llamada Eje Neovolcánico, la cual corresponde a una de las zonas con mayor riqueza herpetofaunística de México, al ubicarse dentro de la denominada Zona de Transición Mexicana, donde convergen elementos de origen Neártico y Neotropical, favoreciendo procesos de diversificación y la coexistencia de especies con diferentes afinidades biogeográficas (Figura IV.42).

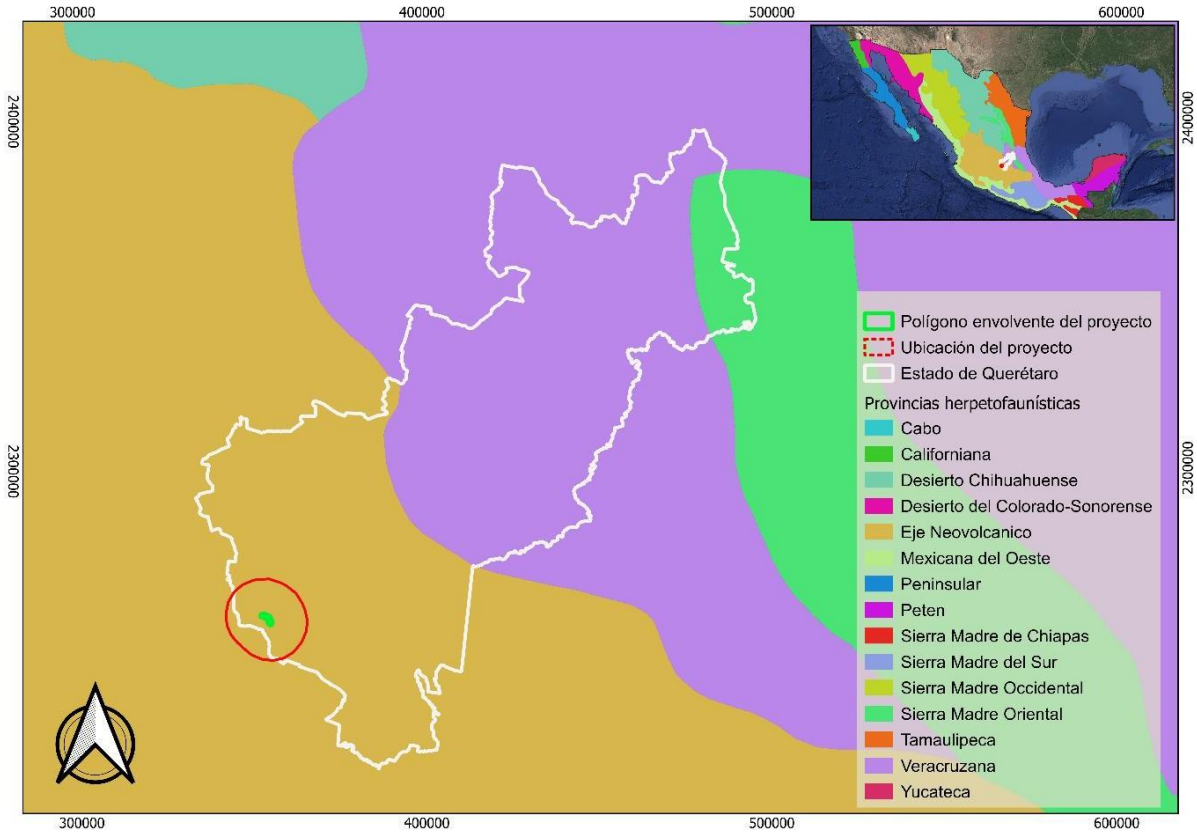


Figura IV.42. Ubicación del proyecto con respecto a las Provincias herpetofaunísticas desarrolladas por la CONABIO.

Estudios recientes sobre la distribución de la herpetofauna mexicana demuestran que esta provincia ocupa uno de los primeros lugares nacionales en riqueza de especies, particularmente de anfibios, además de concentrar un elevado número de especies endémicas cuya distribución se restringe al centro de México. Estas características convierten al Eje Neovolcánico en una región de especial relevancia para la conservación, debido a que numerosos taxones presentan áreas de distribución reducidas y una alta sensibilidad frente a los cambios en el uso del suelo y la fragmentación del paisaje.

En el caso particular del estado de Querétaro, la importancia de esta provincia herpetofaunística se incrementa debido a que el territorio estatal constituye un punto de convergencia entre el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Oriental, la Mesa Central y las estribaciones del Desierto Chihuahuense. Esta condición fisiográfica y biogeográfica favorece la coexistencia de especies propias de ambientes templados, semiáridos y tropicales, generando una elevada diversidad regional de anfibios y reptiles. Investigaciones desarrolladas por la Universidad Autónoma de Querétaro y diversos especialistas en herpetología han señalado que los paisajes agropecuarios y los humedales del sur del estado continúan desempeñando funciones importantes para numerosas especies, particularmente aquellas asociadas con cuerpos de agua temporales,

pastizales, matorrales y remanentes de vegetación natural. Asimismo, se reconoce que la herpetofauna de Querétaro aún presenta importantes vacíos de información, por lo que cualquier proyecto de infraestructura requiere evaluaciones específicas que permitan documentar adecuadamente la presencia y estado de conservación de estos organismos.

Como se ha mencionado, el proyecto se desarrollará sobre un terreno previamente transformado por actividades productivas, situación que favorece la instalación del proyecto fotovoltaico, sin embargo, no implica la ausencia de valor para la herpetofauna. Los anfibios y reptiles suelen utilizar los agroecosistemas como áreas de alimentación, refugio temporal o desplazamiento, especialmente cuando éstos conservan elementos estructurales como cercos vivos, vegetación secundaria, canales de escurrimiento, pequeños cuerpos de agua o árboles aislados. En ambientes semiáridos y templados como los presentes en Huimilpan, la disponibilidad de estos microhábitats puede ser determinante para la permanencia de diversas especies, particularmente durante las temporadas de reproducción o de mayor disponibilidad de humedad. Desde esta perspectiva, la construcción del proyecto, es recomendable conservar la cobertura herbácea entre las hileras de paneles, la protección de árboles aislados y elementos lineales de vegetación, el mantenimiento de la permeabilidad del terreno para favorecer el desplazamiento de la fauna, el rescate y reubicación de ejemplares durante las actividades de desmonte, estas acciones permiten disminuir los impactos potenciales sobre anfibios y reptiles, al tiempo que favorecen la conservación de la funcionalidad ecológica del paisaje.

Provincias mastofaunísticas.

El proyecto fotovoltaico se localiza dentro de la provincia mastofaunística Zacatecana (Figura IV.43), de acuerdo con la regionalización mastofaunística desarrollada para México y utilizada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La provincia Zacatecana comprende una amplia porción del Altiplano Mexicano y de la Mesa Central, incluyendo sectores de Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato y Querétaro, donde predominan ambientes templados y semiáridos caracterizados por matorrales xerófilos, pastizales, bosques abiertos de encino y extensas superficies agrícolas.

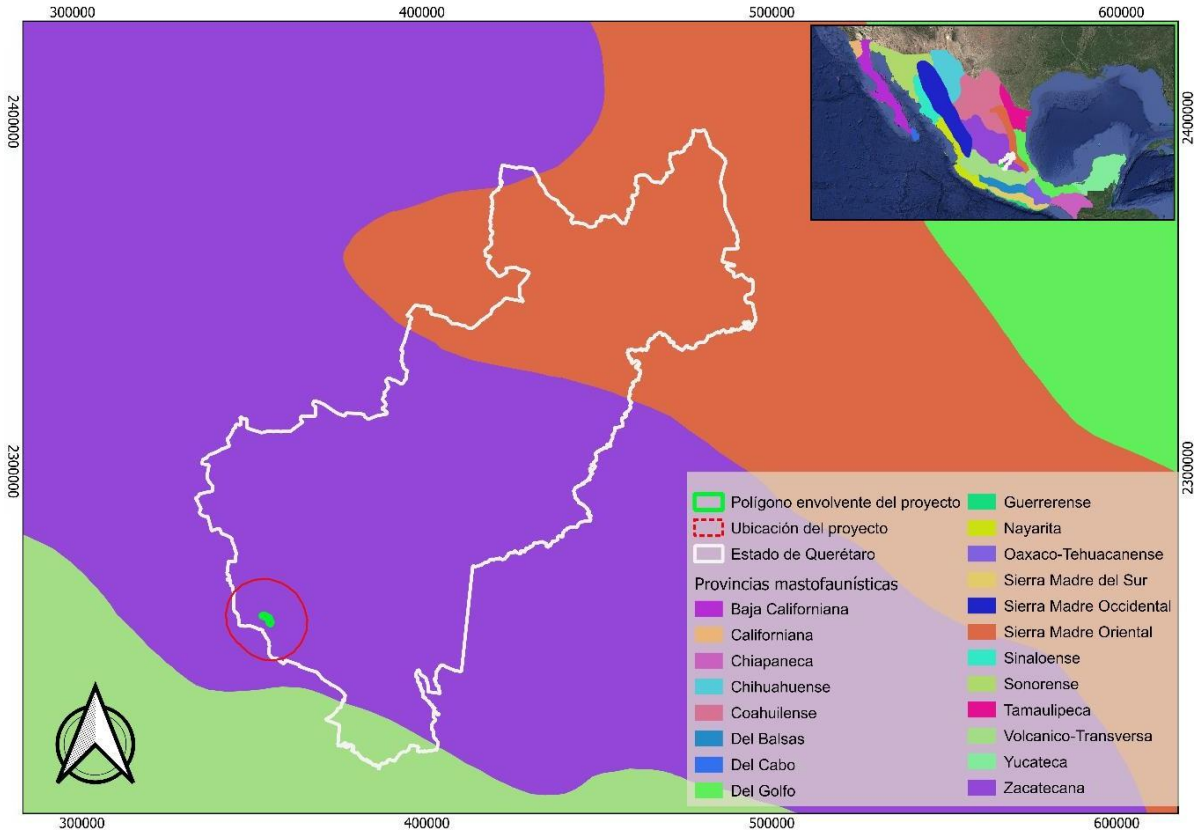


Figura IV.43. Ubicación del proyecto con respecto a las Provincias mastofunísticas desarrolladas por la CONABIO.

La provincia mencionada se caracteriza por ser una unidad de transición entre los ecosistemas áridos y semiáridos del norte de México y los ambientes templados del centro del país. Esta condición favorece la coexistencia de mamíferos adaptados a diferentes condiciones ambientales, incluyendo especies propias de pastizales y matorrales, así como organismos asociados a bosques templados y paisajes agropecuarios. La mastofauna característica está integrada por una elevada diversidad de roedores, murciélagos y carnívoros, grupos que representan la mayor proporción de la riqueza específica de la provincia. Asimismo, se distribuyen especies de mayor tamaño ecológicamente relevantes, como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el coyote (*Canis latrans*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el cacomixtle (*Bassariscus astutus*), el mapache (*Procyon lotor*), el lince (*Lynx rufus*) y el puma (*Puma concolor*), además de numerosos pequeños mamíferos que desempeñan funciones fundamentales en los procesos de dispersión de semillas, control de poblaciones de insectos, aireación del suelo y mantenimiento de las cadenas tróficas. Diversas especies presentes en esta provincia se encuentran incluidas en categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT o poseen distribuciones restringidas dentro del Altiplano Mexicano, lo que incrementa el interés de conservar la funcionalidad ecológica de estos paisajes.

Los cultivos de temporal, los pastizales asociados, los cercos vivos, los árboles aislados y los cauces temporales constituyen elementos del paisaje utilizados por pequeños roedores, lagomorfos, carnívoros medianos y murciélagos insectívoros durante sus actividades de alimentación y desplazamiento. En particular, los murciélagos insectívoros pueden beneficiarse de la elevada disponibilidad de insectos presente en sistemas agrícolas, mientras que carnívoros oportunistas como el coyote, la zorra gris o el cacomixtle suelen utilizar estas matrices agropecuarias para desplazarse entre fragmentos de vegetación natural. En consecuencia, aunque la sensibilidad ambiental del sitio es menor que la de un ecosistema conservado, resulta indispensable mantener la conectividad funcional del paisaje y minimizar las barreras al movimiento de la fauna. Bajo este contexto, la construcción del proyecto fotovoltaico dentro de la provincia mastofaunística Zacatecana puede considerarse ambientalmente compatible siempre que incorpore criterios de manejo orientados a la conservación de la biodiversidad. Entre las medidas recomendables destacan el mantenimiento de la cobertura herbácea entre los módulos fotovoltaicos, la conservación de árboles aislados y cercos vivos, el diseño de cercamientos que permitan el paso de fauna de pequeño y mediano tamaño cuando sea técnicamente viable, el control de la erosión, la reducción de la compactación del suelo y la implementación de programas de monitoreo de mamíferos durante las etapas de construcción y operación. Estas acciones contribuyen a preservar la funcionalidad ecológica de la matriz agrícola y disminuyen la probabilidad de generar efectos adversos sobre las poblaciones de mamíferos presentes en el área de influencia.

Métodos para el inventario de fauna.

Los muestreos realizados en el SAR y en el área Proyecto, se enfocaron en la evaluación de la herpetofauna, avifauna, quiropterofauna y mamíferos terrestres y arborícolas presentes en el área de estudio. Para todos los grupos faunísticos, las actividades de campo se llevaron a cabo durante los meses de marzo, abril y mayo de 2026, correspondientes a la temporada de secas en la región, así como durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2025, representativos de la temporada de lluvias. Este esquema de muestreo permitió recopilar información bajo condiciones ambientales contrastantes, favoreciendo una caracterización más completa de la fauna presente. A continuación, se describen las metodologías específicas empleadas para la obtención de información de cada uno de los grupos taxonómicos evaluados.

Métodos para el inventario de la herpetofauna.

Para la obtención de datos se establecieron ocho transectos en el SAR y una cantidad igual en el área del proyecto, cada transecto conto con un rango de longitud aproximada entre 2 a 3 kilómetros, para el muestreo consideramos un ancho de banda de 20 metros por cada lado del camino (Figura IV.44). Los transectos se distribuyeron de manera estratégica para cubrir la mayor superficie posible tanto del área del proyecto como del SAR. Estos fueron recorridos a pie durante

siete días consecutivos de cada mes, en horarios diurnos (8:00–12:00 h) y nocturnos (18:00–23:00 h), con el fin de abarcar los periodos de mayor actividad de la herpetofauna.

La búsqueda de herpetofauna se llevó a cabo mediante dos enfoques complementarios, la búsqueda directa no restringida y búsqueda directa restringida. La primera consistió en recorridos diurnos, durante los cuales se inspeccionaron de manera exhaustiva todas las áreas accesibles, incluyendo cuerpos de agua, pilas o bebederos de las vacas dentro de los corrales de los ranchos y charcas temporales presentes en la temporada de lluvias. Por su parte, la búsqueda directa restringida se enfocó en la revisión sistemática de microhábitats comúnmente utilizados por anfibios y reptiles, tales como ramas de árboles, matorrales, raíces, cavidades en troncos caídos y debajo de rocas. Los ejemplares encontrados fueron identificados a nivel de especie con ayuda de las guías de campo de serpientes (Smith y Taylor, 1945) y de anfibios (Smith y Taylor, 1948), para la actualización de la nomenclatura se utilizó lo propuesto por Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004).

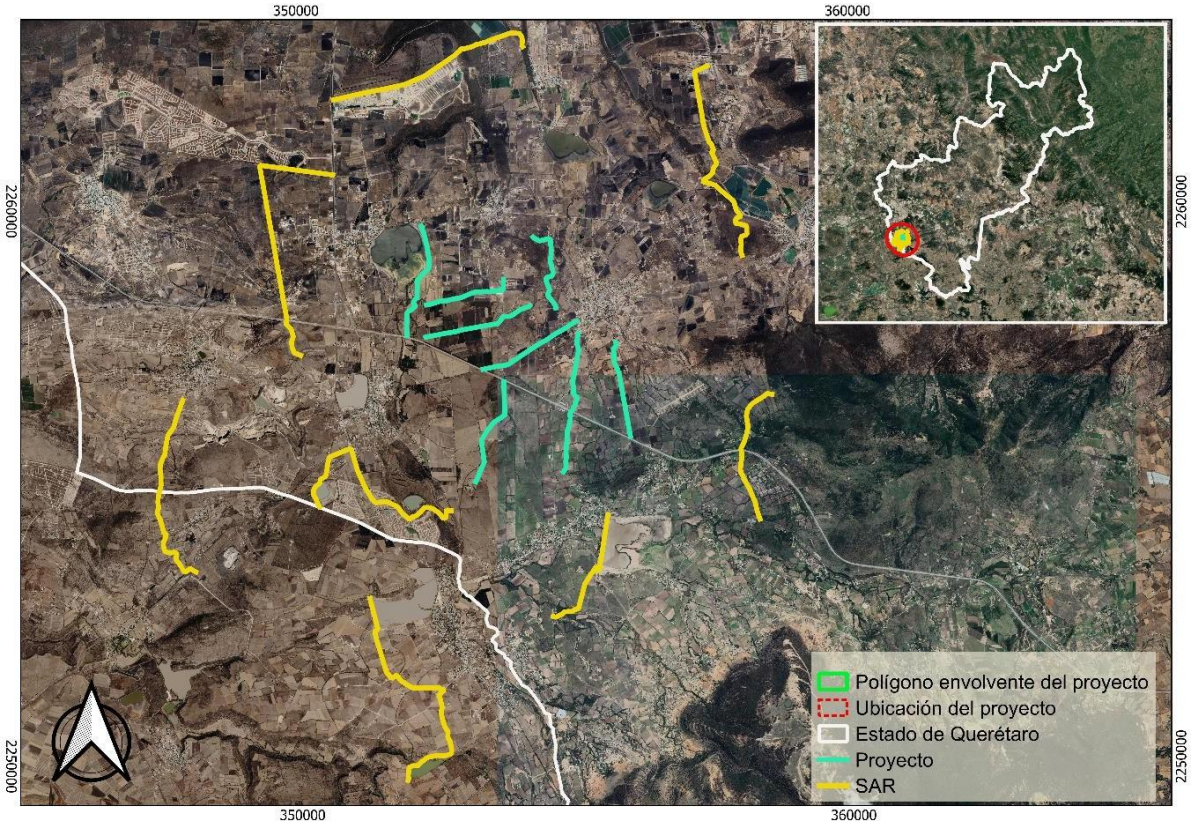


Figura IV.44. Localización de los transectos utilizados para el muestreo de la herpetofauna.

Para cada especie se determinó su estatus de distribución (nativa, endémica o introducida) según literatura especializada (González-Sánchez et al., 2017), su categoría de riesgo a nivel nacional, según la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010), y a nivel internacional, de acuerdo

con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2024).

Con la información obtenida se construyeron curvas de acumulación de especies con ayuda del programa EstimateS 8.2 (Colwell 2006), esto con el fin de estimar la riqueza específica esperada a partir del esfuerzo de muestreo y evaluar la representatividad del mismo. Para este análisis se emplearon estimadores de riqueza no paramétricos, los cuales no asumen una distribución específica de los datos ni los ajustan a un modelo predefinido.

Por otro lado, se determinó la diversidad alfa empleando el índice de Shannon-Wiener, el cual evalúa la heterogeneidad de la comunidad al considerar tanto la riqueza de especies como la equitatividad en la abundancia de los individuos, siendo particularmente sensible a la presencia de especies raras. Finalmente, es estimo la abundancia relativa de las especies registradas, se utilizó un índice el cual expresa la proporción de individuos de cada especie con respecto al total de registros obtenidos durante el muestreo. Este índice se calculó mediante la relación entre el número de individuos registrados para una especie determinada (ni) y el número total de individuos registrados para el conjunto de especies (N), multiplicado por cien para su expresión en porcentaje. El uso de este indicador permitió estandarizar la comparación de la representatividad de las especies dentro de la comunidad evaluada.

Métodos para el inventario de aves.

Para el muestreo de avifauna se seleccionaron los mismos transectos ya mencionados en los métodos para el muestreo de los anfibios (figura x). Para el proceso de detección de las aves, se consideró un ancho efectivo de banda de 50 m a cada lado del observador. Los transectos fueron recorridos a pie durante siete días consecutivos en cada mes de muestreo, manteniendo una velocidad de desplazamiento constante con la finalidad de optimizar la detección visual y auditiva de las especies, minimizando al mismo tiempo la posibilidad de sobreestimación de registros. Durante cada recorrido se registraron todos los individuos observados o detectados auditivamente dentro de la banda de muestreo, procurando realizar su identificación taxonómica directamente en campo. Se utilizaron binoculares 10x42 y guías especializadas para la identificación de aves de la región, incluyendo las obras de Howell y Webb (2010), Sibley (2009) y Sal a Pajarear (2013).

Las jornadas de monitoreo se realizaron en un horario de 05:00 a 10:00 h, correspondiente al periodo de mayor actividad diaria de la avifauna, lo que incrementa significativamente la probabilidad de detección de especies tanto residentes como transitorias. Esta metodología permitió obtener información representativa sobre la composición y presencia de aves dentro del área de estudio bajo condiciones estandarizadas de esfuerzo de muestreo.

La ocurrencia estacional y el estatus de residencia de las especies registradas se determinaron con base en los criterios de Howell y Webb (2010), considerando categorías que reflejan sus patrones de presencia, reproducción y migración en el área de estudio, incluyendo especies residentes, migratorias, transeúntes e introducidas. Asimismo, la relevancia de las especies desde una perspectiva de conservación se evaluó con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja de la UICN y los apéndices de CITES, considerando además su condición de endemismo según literatura especializada.

A partir de los datos obtenidos, se generaron curvas de acumulación de especies utilizando el programa EstimateS 8.2 (Colwell, 2006), con el propósito de inferir la riqueza específica esperada en función del esfuerzo de muestreo y valorar la suficiencia del mismo. Para ello, se aplicaron estimadores de riqueza no paramétricos, los cuales permiten realizar inferencias sin asumir una distribución particular de los datos ni ajustarlos a un modelo predeterminado.

La diversidad alfa se estimó se determinó empleando el índice de Shannon-Wiener, el cual evalúa la heterogeneidad de la comunidad al considerar tanto la riqueza de especies como la equitatividad en la abundancia de los individuos, siendo particularmente sensible a la presencia de especies raras.

Se estimó la abundancia relativa de las especies registradas mediante un índice que cuantifica la proporción de individuos de cada especie en relación con el total de registros obtenidos durante el muestreo. Dicho índice se calculó como el cociente entre el número de individuos de una especie determinada (ni) y el total de individuos registrados para el conjunto de especies (N), multiplicado por cien para su expresión porcentual. Este procedimiento permitió estandarizar la comparación de la representatividad de cada especie dentro de la comunidad analizada.

Métodos para el inventario de quirópteros.

Para la ejecución del inventario de mamíferos quirópteros se utilizaron los transectos utilizados para el muestreo de la herpetofauna y aves. La obtención de los registros se realizó mediante la técnica de grabación acústica, la cual facilita la detección de especies que utilizan distintos estratos de la vegetación, desde niveles bajos hasta el dosel, así como aquellas que realizan vuelos por encima de este, incrementando la probabilidad de registrar especies con diferentes patrones de actividad aérea. Para ello, se empleó un detector ultrasónico de grabación en tiempo real (full spectrum), modelo Echo Meter Touch 2 Pro (Wildlife Acoustics Inc.).

Para realizar las mediciones se seleccionaron cuatro puntos de grabación por cada transecto, estos estuvieron separados aproximadamente a 1 km cada uno. Durante siete días consecutivos de cada mes, se realizaron grabaciones con una duración aproximada de 5 minutos por punto. Este esquema permitió obtener registros representativos de la actividad de los quirópteros a lo largo del gradiente espacial de cada sitio evaluado. Las jornadas de muestreo se llevaron a cabo

en horario nocturno, iniciando a las 18:00 h y concluyendo a las 24:00 h, periodo que coincide con los picos de mayor actividad de este grupo faunístico, lo que incrementa la probabilidad de detección de las especies presentes. Para la identificación de las especies se analizaron las grabaciones con el programa Bat Sound Pro (Pettersson Elektronik), se revisaron los pulsos de ecolocalización y una vez obtenidas las medidas se compararon con las claves de llamados de murciélagos (Ortega et al., 2022).

La representatividad del muestreo se evaluó a partir de curvas de acumulación, mediante el uso del estimadores no paramétricos, estas estimaciones se hicieron con el programa EstimateS 8.2 (Colwell 2006). La diversidad alfa se estimó se determinó empleando el índice de Shannon-Wiener, el cual evalúa la heterogeneidad de la comunidad al considerar tanto la riqueza de especies como la equitatividad en la abundancia de los individuos, siendo particularmente sensible a la presencia de especies raras. La abundancia relativa se estimó empleando la proporción de registros acústicos por especie, en sustitución del número de individuos, dado que la metodología de detección se fundamenta en el registro de señales de ecolocación. En este sentido, el valor de ni correspondió al número de registros acústicos independientes (pases de ecolocación) asignados a cada especie, mientras que N representó el total de registros acústicos obtenidos para el conjunto de especies. El índice se calculó como el cociente entre ni y N, multiplicado por cien para su expresión en porcentaje.

Métodos para el inventario de mamíferos terrestres.

Para la obtención de la información del inventario se implementó una estrategia metodológica basada en la combinación de técnicas de detección indirecta y registro fotográfico. Por un lado, se realizaron recorridos a pie a lo largo de transectos, durante los cuales se documentaron evidencias indirectas de la presencia de las especies, tales como huellas, excretas, madrigueras, sitios de descanso, restos de pelo y vocalizaciones, entre otros indicios. De manera complementaria, se emplearon cámaras trampa para la obtención de registros fotográficos, lo que permitió corroborar la presencia de especies de hábitos crípticos o de baja detectabilidad, así como incrementar la confiabilidad de la información recabada en campo.

Para el desarrollo de la técnica de detección indirecta, se utilizaron los transectos seleccionados para las metodologías anteriores, los cuales fueron recorridos durante siete días consecutivos en cada mes de muestreo, a una velocidad aproximada de 1 km/h, con el propósito de detectar rastros de mamíferos, tales como huellas, pelos y excretas. El muestreo se llevó a cabo en dos periodos del día, un recorrido matutino, entre las 05:00 y las 11:00 h, y un recorrido nocturno, de 19:00 a 21:00 h, este último enfocado en la detección visual de especies arborícolas con actividad nocturna. La identificación de los rastros se realizó con apoyo de guías de campo especializadas (Reid, 1997; Aranda, 2012).

Por otra parte, estos mismos transectos se utilizaron para acceder a los sitios de instalación de cámaras trampa. En total se colocaron 30 dispositivos, en cada área de muestreo se colocaron 15, distribuidos aproximadamente entre 3 a 4 km una de otra (Figura IV.45). Esta disposición permitió optimizar el esfuerzo de muestreo y mejorar la probabilidad de detección de las especies presentes.

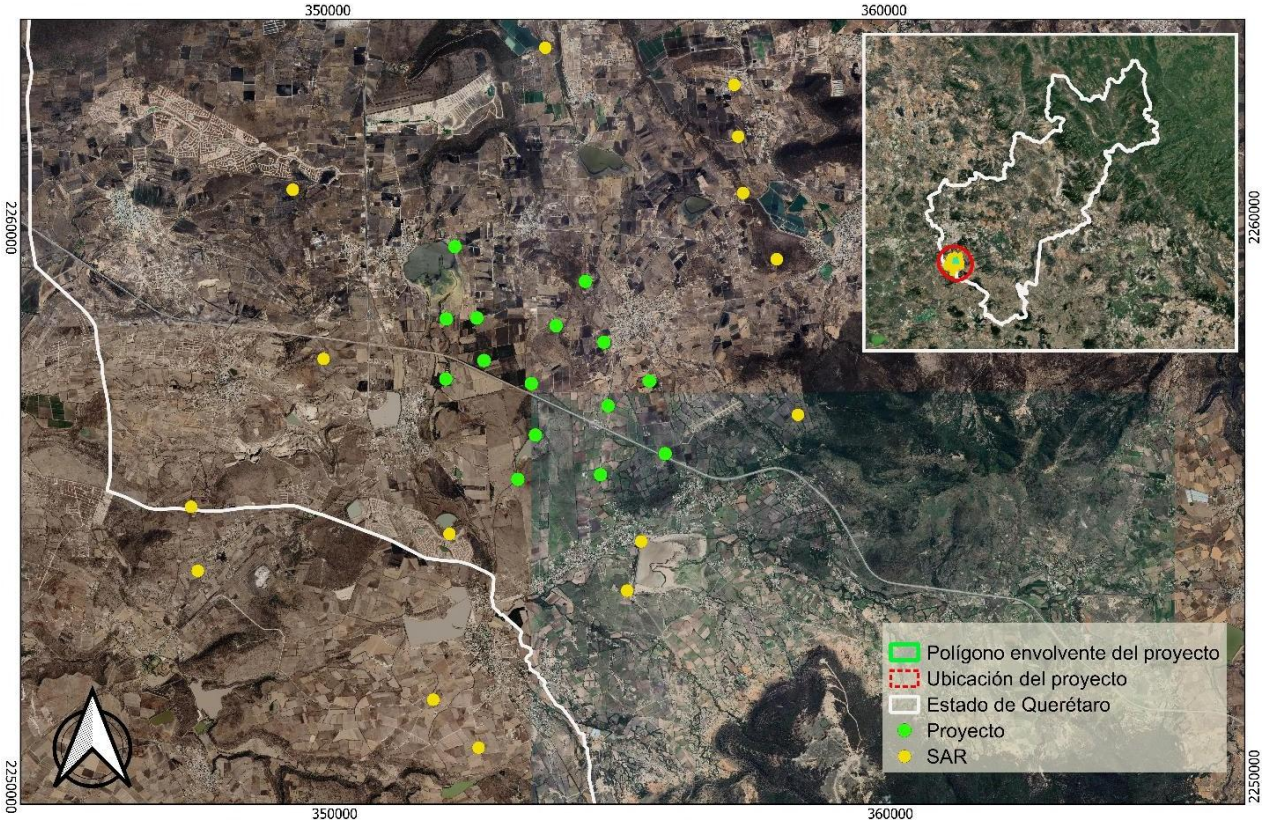


Figura IV.45. Localización de las cámaras trampa utilizadas para el muestreo de los mamíferos terrestres.

Las cámaras se instalaron principalmente a lo largo de caminos de terracería, brechas y en las inmediaciones de cuerpos de agua, sitios que incrementan la probabilidad de detección de mamíferos. Los dispositivos se fijaron a troncos de árboles a una altura no mayor a 20 cm sobre el nivel del suelo y se programaron para operar de manera continua durante las 24 horas del día, activándose mediante sensores de movimiento y capturando fotografías con un intervalo mínimo de un minuto entre eventos.

Las estaciones de fototrampeo permanecieron en el mismo sitio durante todo el periodo de estudio, y se realizaron visitas mensuales para la revisión de baterías y la descarga de la información almacenada en las memorias de los dispositivos. La independencia de los registros fotográficos se determinó con base en los criterios propuestos por Cossios et al. (2022), los cuales consideran como registros independientes: a) fotografías consecutivas de especies diferentes; b)

fotografías consecutivas de la misma especie obtenidas en periodos separados por al menos una hora; y c) registros no consecutivos de la misma especie, es decir, separados por la detección de otra especie. Dado que no fue posible distinguir individuos dentro de una misma especie, todas las fotografías de una misma especie captadas por una misma cámara dentro de un mismo periodo de una hora se consideraron como un solo registro. Con la información obtenida se integró una base de datos que incluyó, para cada registro, el nombre común, la especie, la fecha y hora de detección, el periodo del día (diurno/nocturno), las coordenadas geográficas, el tipo de vegetación, el sexo (cuando fue posible), el número de individuo y el número de estación. El esfuerzo de muestreo se calculó como el producto del número de estaciones activas por el total de días de muestreo.

Se elaboró el listado de riqueza específica con base en las especies registradas en cada una de las áreas de muestreo. Es importante señalar que los indicios indirectos se utilizaron exclusivamente para complementar dicho listado, por lo que no fueron considerados en los análisis de representatividad del muestreo, diversidad de especies ni en la estimación de la abundancia relativa. Para estos análisis se empleó únicamente la información derivada de los registros obtenidos mediante cámaras trampa.

Para evaluar la representatividad y calidad del muestreo, se construyeron curvas de acumulación de especies de tipo no paramétrico para todo el muestreo y para cada área, con el fin de estimar la riqueza total esperada, utilizando el programa EstimateS versión 8 (Colwell, 2006). La diversidad alfa de cada área de muestreo se estimó mediante el índice de Shannon-Wiener (H´), el cual integra la riqueza de especies y su abundancia relativa. Además, se estimó la abundancia relativa de las especies registradas mediante un índice que cuantifica la proporción de individuos de cada especie en relación con el total de registros obtenidos durante el muestreo. Dicho índice se calculó como el cociente entre el número de individuos de una especie determinada (ni) y el total de individuos registrados para el conjunto de especies (N), multiplicado por cien para su expresión porcentual. Este procedimiento permitió estandarizar la comparación de la representatividad de cada especie dentro de la comunidad analizada.

Métodos para la comparación entre el SAR y el área Proyecto.

De manera complementaria, se utilizó el índice de similitud de Jaccard para analizar el grado de correspondencia en la composición de especies entre ambas áreas. Este índice, basado en datos de presencia-ausencia, permite cuantificar la proporción de especies compartidas respecto al total de especies registradas, constituyendo una de las métricas más utilizadas en estudios de similitud faunística y diversidad beta. Valores cercanos a 1 indican una alta similitud en la composición taxonómica entre sitios, mientras que valores próximos a 0 reflejan una baja afinidad biológica entre las comunidades evaluadas.

del inventario de la fauna en el SAR.

Herpetofauna.

Los resultados de los recorridos nos arrojaron 824 registros de anfibios, los cuales estuvieron representados por 11 especies, una perteneciente al orden Caudata y el resto al orden Anura (Tabla IV.50). Este ensamble estuvo conformado en su totalidad por especies nativas, ampliamente distribuidas en la región, asociadas tanto a ambientes conservados como a áreas con distintos grados de perturbación. Ocho de las especies registradas se encuentran bajo la categoría de Protección especial (Pr) de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, estas fueron la rana chirriadora punteada (E. guttilatus), la ranita de cañon (H. arenicolor), la rana arborícola de montaña (H. eximia), la rana de árbol plegada (H. plicata), la rana leopardo (L. berlandieri), la rana leopardo de Moctezuma (L. montezumae) y el sapo montícola de espuela (S. multiplicata). Una especie registra es considerada Amenazadas (A), es fue el tlaconete pinto (I. bellii). Por otro lado, todas las poblaciones de las especies registradas resultaron ser de Preocupación Menor (LC) según la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

La curva de acumulación de especies mostró un incremento rápido de la riqueza registrada durante las primeras unidades de muestreo, alcanzando un total de 11 especies. Posteriormente, la curva se estabilizó y permaneció constante durante gran parte del periodo de evaluación, evidenciando que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para detectar la totalidad de las especies registradas en el SAR. El coeficiente de determinación estimado fue de $R^2 = 0.981$. Este comportamiento refleja que la incorporación de nuevas unidades de muestreo tuvo una influencia limitada sobre el incremento de la riqueza observada debido a que la mayoría de las especies fueron detectadas tempranamente. La estabilización de la curva y la ausencia de nuevos registros en los muestreos finales sugieren que el inventario alcanzó una adecuada representatividad y una aproximación satisfactoria a la asíntota de la riqueza de especies presentes en el sitio.

Tabla IV.50. Lista de especies de anfibios registradas en campo en el SAR.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Caudata	Plethodontidae	*Isthmura bellii*	Tlaconete pinto	A	LC	SAR	S-LL
Anura	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos		LC	SAR	S-LL
		Anaxyrus punctatus	Sapo de puntos rojos		LC	SAR	S-LL
	Craugastoridae	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla		LC	SAR	S-LL
	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus guttilatus*	Rana chirriadora punteada	Pr	LC	SAR	S-LL
	Hylidae	*Hyla arenicolor*	Ranita de cañón	Pr	LC	SAR	S-LL
		Hyla eximia	Rana arborícola de montaña	Pr	LC	SAR	S-LL
		Hyla plicata	Rana de árbol plegada	A	LC	SAR	S-LL
	Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr	LC	SAR	S-LL
		Lithobates montezumae	Rana leopardo de Moctezuma	Pr	LC	SAR	S-LL
	Scaphiopodidae	*Spea multiplicata*	Sapo montícola de espuela	Pr	LC	SAR	S-LL

NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección especial (Pr) y Amenazada (A). Lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): Preocupación Menor (LC). Detección: Dentro del área Proyecto (P) y distribuida en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Temporada: Secas (S); lluvias (ll).

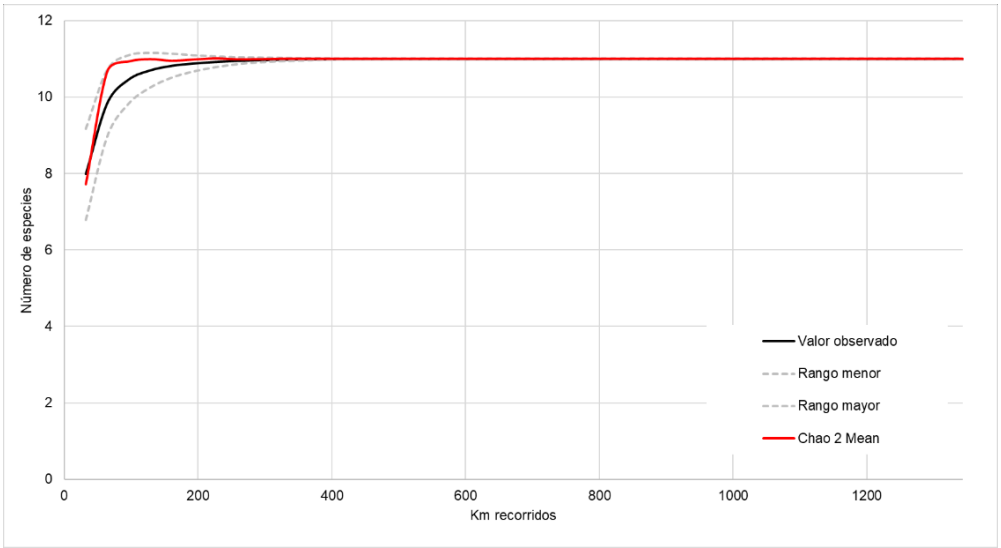


Figura IV.46. Curva de acumulación de especies para el muestreo de los anfibios en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Por otra parte, el muestreo de reptiles nos arrojó 1,401 registros correspondientes a 32 especies, pertenecientes a dos órdenes y once familias (Tabla IV.51). El orden Squamata concentró la mayor riqueza específica con 29 especies, mientras que el orden Testudines estuvo representado por dos especies. Por otra parte, diversas especies de reptiles registradas se encuentran incluidas en categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En particular, el lagarto alicante de las montañas (B. imbricata), la lagartija espinosa del mezquite (S. grammicus) y la tortuga casquito de pata rugosa (K. hirtipes), se clasifican bajo la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr), mientras que, la iguana mexicana de cola espinosa (C. pectinata), camaleón de montaña (P. orbiculare), la culebra terrestre dos líneas (C. biserialis), las falsas coralillo (L. annulata, L. mexicana y L. polyzona), el alicante (P. deppei), la culebra lineada de bosque (T. cyrtopsis) y la culebra nómada de agua (T. eques), están catalogadas como Amenazadas (A). De acuerdo con la UICN, todas las especies registradas se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

Tabla IV.51. Lista de especies de reptiles registradas en campo en el SAR.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Squamata	Anguidae	*Barisia ciliaris*	Lagartija falso escorpión		LC	SAR	S-LL
		Gerrhonotus infernalis	Lagartija caimán norteña		LC	SAR	S-LL
		Barisia imbricata	Lagarto alicante de las montañas	Pr	LC	SAR	S-LL
	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico		LC	SAR	S-LL
	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	Ex	LC	SAR	S-LL
	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A	LC	SAR	S-LL
	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	A	LC	SAR	S-LL
		Sceloporus aeneus	Lagartija espinosa llanera		LC	SAR	S-LL
		Sceloporus dugesii	Lagartija espinosa de Duges		LC	SAR	S-LL
		Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	LC	SAR	S-LL
		Sceloporus scalaris	Lagartija espinosa de pastizal		LC	SAR	S-LL
		Sceloporus varibilis	Lagartija espinosa vientre rosado		LC	SAR	S-LL
		Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de collar		LC	SAR	S-LL
	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico texano		LC	SAR	S-LL
	Colubridae	*Conopsis biserialis*	Culebra terrestre dos líneas	A	LC	SAR	S-LL
		Conopsis lineata	Culebra terrestre del centro		LC	SAR	S-LL
		Conopsis nasus	Culebra gris nariz de pala		LC	SAR	S-LL
		Drymarchon melanurus	Culebra arroyera de cola negra		LC	SAR	S-LL
		Lampropeltis annulata	Falsa coralillo real del noreste	A	LC	SAR	S-LL
		Lampropeltis mexicana	Falsa coralillo real mexicana	A	LC	SAR	S-LL
		Lampropeltis polyzona	Falsa coralillo real occidental	A	LC	SAR	S-LL
		Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical		LC	SAR	S-LL
		Masticophis schotti	Culebra látigo		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Pituophis deppei	Alicante	A	LC	SAR	S-LL
		Senticolis triaspis	Culebra ratonera		LC	SAR	S-LL
	Natricidae	*Storeria storerioides*	Culebra parda mexicana		LC	SAR	S-LL
		Thamnophis cyrtopsis	Culebra lineada de bosque	A	LC	SAR	S-LL
		Thamnophis eques	Culebra nómada de agua	A	LC	SAR	S-LL
	Viperidae	*Crotalus triseriatus*	Cascabel transvolcánica		LC	SAR	S-LL
Testudines	Emydidae	*Trachemys venusta*	Pecho de carey		LC	SAR	S-LL
		Trachemys scripta	Tortuga gravada		LC	SAR	S-LL
	Kinosternidae	*Kinosternon hirtipes*	Tortuga casquito de pata rugosa	Pr	LC	SAR	S-LL
NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección especial (Pr) y Amenazada (A). Lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): Preocupación Menor (LC). Detección: Dentro del área de influencia (P) y distribuida en el SAR (SAR). Temporada: Secas (S); lluvias (ll).							

La curva de acumulación de especies evidenció un incremento rápido de la riqueza registrada durante las primeras unidades de muestreo, alcanzando un total de 32 especies en una etapa temprana del estudio. Posteriormente, la curva mostró una marcada tendencia a la estabilización, manteniéndose prácticamente constante durante el resto del periodo de monitoreo. El coeficiente de determinación fue de $R^2 = 0.964$, lo que significa que el inventario alcanzó una cobertura adecuada y que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para aproximarse a la asíntota de la riqueza de reptiles presente en el área evaluada.

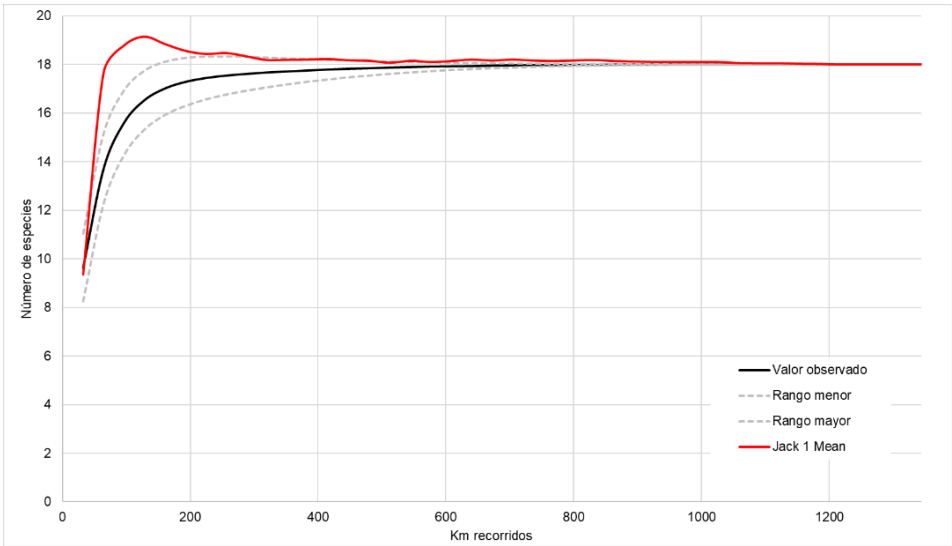


Figura IV.47. Curva de acumulación de especies para el muestreo de los reptiles en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Avifauna.

Los resultados del muestreo indican que, durante el periodo de estudio, se obtuvo un total de 1,779 registros correspondientes a 158 especies, agrupadas en diecinueve órdenes y cincuenta y una familias (Tabla IV.52). El orden Passeriformes destaca ampliamente como el grupo mejor representado con noventa y seis especies, concentrando la mayor riqueza de familias y especies.

En términos de estado de conservación conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificó un conjunto de especies bajo alguna categoría de protección. En particular, se registró una especie clasificada como Amenazadas (A), esta fue el pato mexicano (A. diazi); especies sujetas a Protección especial (Pr), Codorniz de Moctezuma (C. montezumae), gavilán de Cooper (A. cooperii), aguililla aura (B. albonotatus), aguililla pecho rojo (B. lineatus), águila cola blanca (geranoaetus albicaudatus), halcón peregrino (F. peregrinus), colorin siete colores (P. ciris) y clarín jilguero (M. occidentalis). Respecto a la evaluación internacional de conservación según la UICN, el 98% de las especies registradas se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC), el 1% se identificaron como Casi Amenazada (NT) y el 1% como Vulnerable (VU).

Por otra parte, en relación a su estatus de residencia, predomina ampliamente la categoría de especies residentes (R) con un 70%, lo que indica que el área funciona como un hábitat permanente para la mayoría de la avifauna registrada. Sin embargo, también se documenta especies migratorias (MI) en menor proporción con 30%.

La curva de acumulación de especies presentó un incremento progresivo de la riqueza registrada conforme aumentó el esfuerzo de muestreo, alcanzando un total de 159 especies al finalizar los 42 días de muestreo (Figura IV.48). El coeficiente de correlación obtenido entre los valores observados y los predichos por el modelo fue de $R^2 = 0.993$, indicando que el modelo explicó el 99.3 % de la variación observada en la riqueza acumulada. En conjunto, estos resultados sugieren que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar adecuadamente la comunidad evaluada y que la curva de acumulación alcanzó una asíntota bien definida, evidenciando una alta representatividad del inventario biológico obtenido.

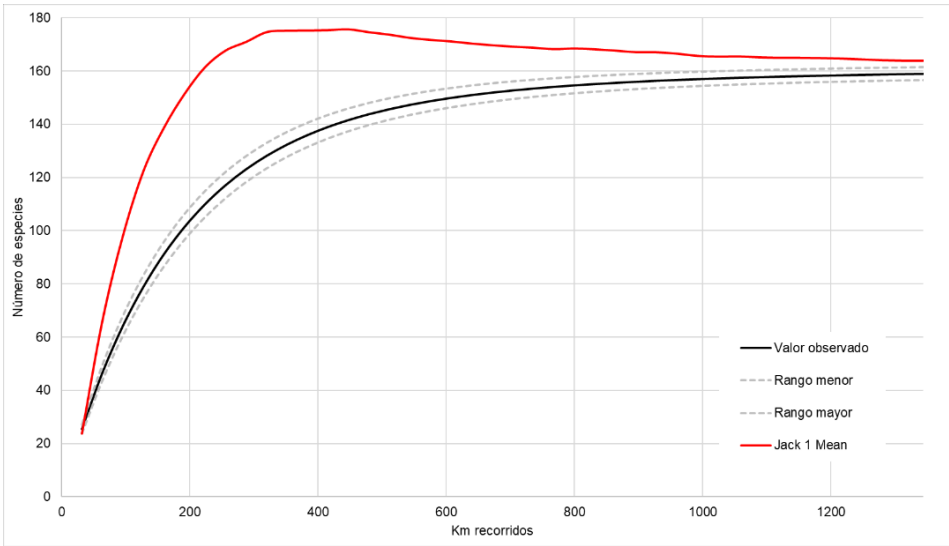


Figura IV.48. Curva de acumulación de especies para el muestreo de aves en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Tabla IV.52. Lista de especies de aves registradas en campo en el SAR.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Galliformes	Odontophoridae	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	R		LC	SAR	S-LL
		Colinus virginianus	Codorniz cotuí	R		NT	SAR	S-LL
		Cyrtonyx montezumae	Codorniz de Moctezuma	R	Pr	LC	SAR	S-LL
	Phasianidae	*Meleagris gallopavo*	Pavo de monte	R		LC	SAR	S-LL
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	R		LC	SAR	S-LL
		Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	R		LC	SAR	S-LL
		Columbina talpacoti	Tortolita Canela	R		LC	SAR	S-LL
		Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	R		LC	SAR	S-LL
		Patagioenas fasciata	Paloma Encinera	R		LC	SAR	S-LL
		Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	R		LC	SAR	S-LL
		Zenaida macroura	Huilota Común	R		LC	SAR	S-LL
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	R		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	R		LC	SAR	S-LL
Apodiformes	Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco	R		LC	SAR	S-LL
		Chaetura vauxi	Vencejo de Vaux	R		LC	SAR	S-LL
		Cypseloides niger	Vencejo Negro	MI		VU	SAR	S-LL
		Streptoprocne zonaris	Vencejo Collar Blanco	R		LC	SAR	S-LL
	Trochilidae	*Amazilia beryllina*	Colibrí berilo	R		LC	SAR	S-LL
		Saucerottia cyanocephala	Colibrí corona azul	R		LC	SAR	S-LL
		Amazilia violiceps	Colibrí Corona Violeta	R		LC	SAR	S-LL
		Archilochus alexandri	Colibrí barba negra	MI		LC	SAR	S-LL
Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	R		LC	SAR	S-LL
		Gallinula galeata	Gallineta Frente Roja	R		LC	SAR	S-LL
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán Neotropical	R		LC	SAR	S-LL
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	R		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Bubulcus ibis	Garza ganadera	R		LC	SAR	S-LL
		Egretta caerulea	Garceta Azul	R		LC	SAR	S-LL
		Nycticorax nycticorax	Garza Nocturna Corona Negra	R		LC	SAR	S-LL
	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	R		LC	SAR	S-LL
Podicipediformes	Podicipedidae	*Aechmophorus clarkii*	Achichilique pico naranja	R		LC	SAR	S-LL
		Podiceps nigricollis	Zambullidor Orejón	R		LC	SAR	S-LL
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	R		LC	SAR	S-LL
		Charadrius semipalmatus	Chorlo semipalmeado	MI		LC	SAR	S-LL
	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	R		LC	SAR	S-LL
	Laridae	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado	MI		LC	SAR	S-LL
	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	R		LC	SAR	S-LL
	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	MI		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	R		LC	SAR	S-LL
		Coragyps atratus	Zopilote común	R		LC	SAR	S-LL
Accipitriformes	Accipitridae	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	MI	Pr	LC	SAR	S-LL
		Buteo albonotatus	Aguililla aura	MI	Pr	LC	SAR	S-LL
		Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	R		LC	SAR	S-LL
		Buteo lineatus	Aguililla pecho rojo	MI	Pr	LC	SAR	S-LL
		Circus hudsonius	Gavilán rastrero	MI		LC	SAR	S-LL
		Elanus leucurus	Milano cola blanca	MI		LC	SAR	S-LL
		Geranoaetus albicaudatus	Aguililla cola blanca	R	Pr	LC	SAR	S-LL
Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	R		LC	SAR	S-LL
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa Elegante	R		LC	SAR	S-LL
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	R		LC	SAR	S-LL
		Megaceryle alcyon	Martín pescador norteño	MI		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Piciformes	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	R		LC	SAR	S-LL
		Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	R		LC	SAR	S-LL
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Quebrantahuesos	R		LC	SAR	S-LL
		Falco columbarius	Halcón esmerejón	MI		LC	SAR	S-LL
		Falco peregrinus	Halcón Peregrino	MI	Pr	LC	SAR	S-LL
		Falco sparverius	Cernícalo americano	MI		LC	SAR	S-LL
Caprimulgiformes	Caprimulfidae	*Antrostomus arizonae*	Tapacaminos Cuerporruín mexicano	R		LC	SAR	S-LL
Anseriformes	Anatidae	*Anas acuta*	Anas acuta	MI		LC	SAR	S-LL
		Anas diazi	Pato mexicano	R	A	LC	SAR	S-LL
		Aythya affinis	Pato boludo	MI		LC	SAR	S-LL
		Dendrocygna autumnalis	Pijije Alas Blancas	R		LC	SAR	S-LL
		Spatula cyanoptera	Cerceta canela	MI		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Passeriformes	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	R		LC	SAR	S-LL
	Alaudidae	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda	R		LC	SAR	S-LL
	Bombycillidae	*Bombycilla cedrorum*	Chinito	MI		LC	SAR	S-LL
	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal	R		LC	SAR	S-LL
		Passerina caerulea	Picogordo azul	MI		LC	SAR	S-LL
		Passerina ciris	Colorín sietecolores	MI	Pr	LC	SAR	S-LL
		Passerina cyanea	Colorín azul	MI		LC	SAR	S-LL
		Pheucticus ludovicianus	Picogordo Degollado	MI		LC	SAR	S-LL
		Piranga flava	Piranga Encinera	R		LC	SAR	S-LL
	Corvidae	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	R		LC	SAR	S-LL
		Corvus corax	Cuervo Común	R		LC	SAR	S-LL
	Fringillidae	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	R		LC	SAR	S-LL
		Chlorophonia elegantissima	Eufonia Gorra Azul	R		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	R		LC	SAR	S-LL
		Loxia curvirostra	Picotuerto rojo	R		LC	SAR	S-LL
		Spinus pinus	Jilguerito Pinero	R		LC	SAR	S-LL
		Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	R		LC	SAR	S-LL
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	R		LC	SAR	S-LL
		Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera	MI		LC	SAR	S-LL
		Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	MI		LC	SAR	S-LL
	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	R		LC	SAR	S-LL
		Icterus abeillei	Calandria Flancos Negros	R		LC	SAR	S-LL
		Icterus bullockii	Calandria Cejas Naranjas	MI		LC	SAR	S-LL
		Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	R		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Icterus parisorum	Calandria Tunera	R		LC	SAR	S-LL
		Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	R		LC	SAR	S-LL
		Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	R		LC	SAR	S-LL
		Xanthocephalus xanthocephalus	Tordo cabeza amarilla	R		LC	SAR	S-LL
	Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	MI		LC	SAR	S-LL
	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	R		NT	SAR	S-LL
	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	R		LC	SAR	S-LL
		Mimus polyglottos	Sinsonte norteño	R		LC	SAR	S-LL
		Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	R		LC	SAR	S-LL
	Motacillidae	*Anthus rubescens*	Bisbita Norteamericana	MI		LC	SAR	S-LL
	Paridae	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	R		LC	SAR	S-LL
	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	R		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Cardellina pusilla	Chipe corona negra	MI		LC	SAR	S-LL
		Geothlypis trichas	Mascarita común	MI		LC	SAR	S-LL
		Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo	MI		LC	SAR	S-LL
		Mniotilta varia	Chipe trepador	MI		LC	SAR	S-LL
		Myioborus miniatus	Pavito Alas Negras	R		LC	SAR	S-LL
		Oreothlypis superciliosa	Chipe Cejas Blancas	R		LC	SAR	S-LL
		Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	MI		LC	SAR	S-LL
		Setophaga petechia	Chipe amarillo	MI		LC	SAR	S-LL
		Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	MI		LC	SAR	S-LL
	Passerellidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	R		LC	SAR	S-LL
		Ammodramus savannarum	Gorrión chapulín	MI		LC	SAR	S-LL
		Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	Mi		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Junco phaeonotus	Junco ojo de lumbre	R		LC	SAR	S-LL
		Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	MI		LC	SAR	S-LL
		Melozone fusca	Rascador Viejita	R		LC	SAR	S-LL
		Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	R		LC	SAR	S-LL
		Peucaea botterii	Zacatonero de Botteri	R		LC	SAR	S-LL
		Pipilo chlorurus	Rascador Cola Verde	MI		LC	SAR	S-LL
		Spizella atrogularis	Gorrión barba negra	R		LC	SAR	S-LL
		Spizella breweri	Gorrión de Brewer	MI		LC	SAR	S-LL
		Spizella passerina	Gorrión Cejas Blancas	R		LC	SAR	S-LL
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	R		LC	SAR	S-LL
	Ptiliogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro	R		LC	SAR	S-LL
		Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	R		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	MI		LC	SAR	S-LL
	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	R		LC	SAR	S-LL
	Sittidae	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	R		LC	SAR	S-LL
	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de collar	R		LC	SAR	S-LL
		Sporophila torqueola	Semillero de collar	R		LC	SAR	S-LL
		Volatinia jacarina	Semillero brincador	R		LC	SAR	S-LL
	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	R		LC	SAR	S-LL
	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	R		LC	SAR	S-LL
		Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	R		LC	SAR	S-LL
		Cistothorus palustris	Saltapared Pantanero	MI		LC	SAR	S-LL
		Salpinctes obsoletus	Saltapared de Rocas	R		LC	SAR	S-LL
		Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	R		LC	SAR	S-LL
		Troglodytes aedon	Saltapared Común	R		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
	Turdidae	*Catharus aurantiirostris*	Zorzal pico naranja	R		LC	SAR	S-LL
		Catharus guttatus	Zorzal Cola Canela	MI		LC	SAR	S-LL
		Catharus occidentalis	Zorzal mexicano	R		LC	SAR	S-LL
		Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	R	Pr	LC	SAR	S-LL
		Turdus grayi	Mirlo Café	R		LC	SAR	S-LL
		Turdus migratorius	Mirlo primavera	R		LC	SAR	S-LL
		Turdus rufopalliatus	Mirlo dorso canela	R		LC	SAR	S-LL
	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	R		LC	SAR	S-LL
		Contopus cooperi	Papamoscas Boreal	MI		LC	SAR	S-LL
		Empidonax affinis	Papamoscas Pinero	R		LC	SAR	S-LL
		Empidonax fulvifrons	Papamoscas Pecho Canela	R		LC	SAR	S-LL
		Empidonax minimus	Papamoscas Chico	MI		LC	SAR	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Myiarchus cinerascens	Papamoscas Garganta Ceniza	R		LC	SAR	S-LL
		Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	R		LC	SAR	S-LL
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo Común	R		LC	SAR	S-LL
		Sayornis nigricans	Papamoscas negro	R		LC	SAR	S-LL
		Tyrannus verticalis	Tirano pálido	R		LC	SAR	S-LL
		Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	R		LC	SAR	S-LL
	Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de Bell	MI		LC	SAR	S-LL
		Vireo cassinii	Vireo de Cassin	MI		LC	SAR	S-LL
		Vireo gilvus	Vireo gorjeador	MI		LC	SAR	S-LL
		Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	R		LC	SAR	S-LL
		Vireo plumbeus	Vireo plomizo	MI		LC	SAR	S-LL
NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección especial (Pr) y Amenazada (A). Lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): Preocupación Menor (LC). Detección: Dentro del área de influencia (P) y distribuida en el SAR (SAR). Temporada: Secas (S); lluvias (ll).								

Quiropterofauna.

Los resultados del muestreo nos arrojaron un total de 940 grabaciones de quirópteros, lo que equivale a 4,700 minutos. A partir de estos datos, se registraron 9 especies, pertenecientes a tres familias (Tabla IV.53). Las familias mejor representadas fueron Vespertilionidae con cuatro especies, seguida de Molossidae con tres y Phyllostomidae con dos.

Solo una especie se encuentra enlistada bajo algún estatus de protección de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, esta resulta ser el murciélago trompudo (C. mexicana) catalogada como especie Amenazada (A). En contraste, de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el 89% de las especies registradas se clasifican en la categoría de Preocupación Menor (LC), solo una especie, el murciélago trompudo, se clasifica como Casi Amenazada (NT).

La curva de acumulación de especies alcanzó las nueve especies registradas durante las primeras etapas del muestreo y posteriormente se estabilizó. Aunque el coeficiente de determinación fue negativo (R^2 = -1.972), este resultado se atribuye a la escasa variabilidad de la riqueza acumulada una vez alcanzada la riqueza máxima. En conjunto, los resultados indican que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para registrar la totalidad de las especies detectadas y que la curva alcanzó tempranamente una asíntota.

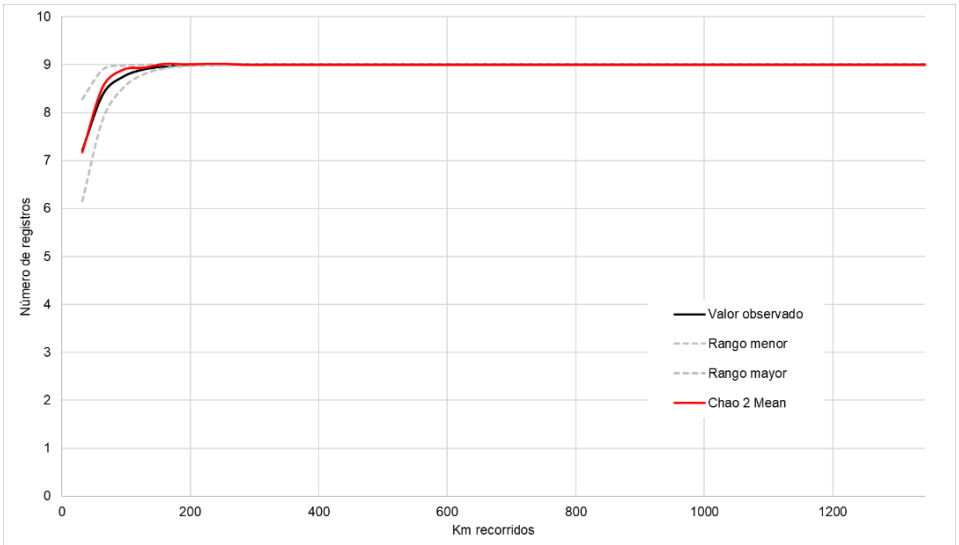


Figura IV.49. Curva de acumulación de especies para el muestreo de quirópteros en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Tabla IV.53. Lista de especies de quirópteros registrados en el SAR.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago mexicano cola suelta		LC	SAR	S-Ll
	Nyctinomops macrotis	Murciélago cola suelta mayor		LC	SAR	S-Ll
	Molossus molossus	Murciélago mastín común		LC	SAR	S-Ll
Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo	A	NT	SAR	S-Ll
	Desmodus rotundus	Murciélago vampiro		LC	SAR	S-Ll
Vespertilionidae	*Lasiurus frantzii*	Murciélago rojo		LC	SAR	S-Ll
	Myotis californicus	Murciélago ratón de California		LC	SAR	S-Ll
	Lasiurus cinereus	Murciélago canoso de cola peluda		LC	SAR	S-Ll
	Myotis velifer	Miotis mexicano		LC	SAR	S-Ll
NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección especial (Pr) y Amenazada (A). Lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): Preocupación Menor (LC) y especies cuyas poblaciones se encuentras Casi Amenazadas (NT). Detección: Dentro del área Proyecto (P) y distribuida en el SAR (SAR). Temporada: Secas (S); lluvias (ll).						

Mastofauna terrestre y arborícola.

Los resultados del muestreo nos arrojaron un total de 451 registros fotográficos y 14 registros de rastros, revelándonos una riqueza específica de 14 especies compuestas por siete órdenes y nueve familias (Tabla IV.54). La metodología principal para obtener los datos para realizar las estimaciones fue el fototrampeo, en donde se acumuló un esfuerzo de muestreo total de 630 días/trampa. En relación a los recorridos, se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 672 km recorridos, en los cuales se pudieron obtener 14 registros (12 huellas y 2 avistamientos), no se obtuvieron registros de especies distintas a las obtenidas a través de las cámaras trampa.

Ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, todas están clasificadas como de Preocupación Menor (LC) en la Lista Roja de la UICN, lo que indica que no presentan riesgos significativos para la permanencia de sus poblaciones a escala global.

La curva de acumulación de especies mostró una rápida tendencia hacia la estabilización conforme aumentó el esfuerzo de muestreo. El ajuste al modelo exponencial negativo fue altamente satisfactorio ($R^2 = 0.975$), indicando que la riqueza observada fue representativa de la comunidad de mamíferos presente en el área. La cercanía entre la riqueza observada y la estimada sugiere que el inventario fue suficiente y que la curva alcanzó una asíntota bien definida.

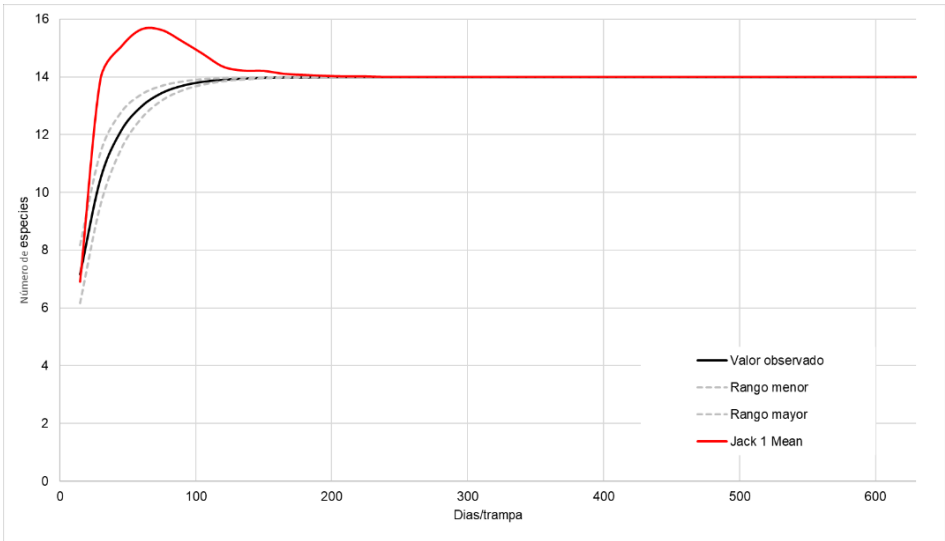


Figura IV.50. Curva de acumulación de especies para el muestreo de los mamíferos terrestres y arborícolas en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Tabla IV.54. Lista de especies de los mamíferos terrestres y arborícolas registrados en el SAR.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Registro	Nom-059	IUCN	Detección	Temporada
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Zarigüeya	Foto/huella		LC	SAR	S-LI
Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo	Foto		LC	SAR	S-LI
Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Foto		LC	SAR	S-LI
	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	Foto		LC	SAR	S-LI
Felidae	Lynx rufus	Lince	Foto		LC	SAR	S-LI
Mustelidae	*Neogale frenata*	Comadreja	Foto		LC	SAR	S-LI
Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	Foto		LC	SAR	S-LI
	Spilogale angustifrons	Zorrillo manchado	Foto		LC	SAR	S-LI
Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	Foto/huella		LC	SAR	S-LI
	Procyon lotor	Mapache	Foto/huella		LC	SAR	S-LI
	Bassariscus astutus	Cacomixtle norteño	Foto/avistamiento		LC	SAR	S-LI
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	Foto/huella		LC	SAR	S-LI
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo silvestre	Foto		LC	SAR	S-LI
	Lepus californicus	Liebre cola negra	Foto/avistamiento		LC	SAR	S-LI
NOM-059-SEMARNAT-2010): Pr= especie sujeta a Protección especial; A= especie Amenazada.; P= peligro de extinción. IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): LC= preocupación menor; Vu = Vulnerable; NT = Casi amenazada. Detección: Dentro del área Proyecto (P) y distribuida en el SAR (SAR); Temporada: Secas (S); lluvias (LI).							

Resultados del inventario de la fauna en el área Proyecto.

Herpetofauna.

Durante el muestreo se registraron 513 avistamientos correspondientes a 11 especies de anfibios, integradas por una especie del orden Caudata y diez del orden Anura. La comunidad estuvo conformada exclusivamente por especies nativas de amplia distribución regional. En términos de conservación, nueve especies se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales ocho están catalogadas bajo la categoría de Protección especial (Pr) y una como Amenazada (A). A nivel global, todas las especies registradas están clasificadas como de Preocupación Menor (LC) en la Lista Roja de la UICN.

La curva de acumulación de especies alcanzó rápidamente la riqueza máxima observada de 11 especies y posteriormente mostró una marcada estabilización. El ajuste mediante el modelo exponencial negativo presentó una alta correlación entre los valores observados y estimados, el coeficiente de determinación estimado fue $R^2 = 0.957$, indicando que el modelo explicó el 95.7 % de la variación observada. Asimismo, la riqueza máxima estimada (11.04 especies) fue prácticamente igual a la riqueza registrada, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar adecuadamente la comunidad de anfibios y que la curva alcanzó una asíntota bien definida.

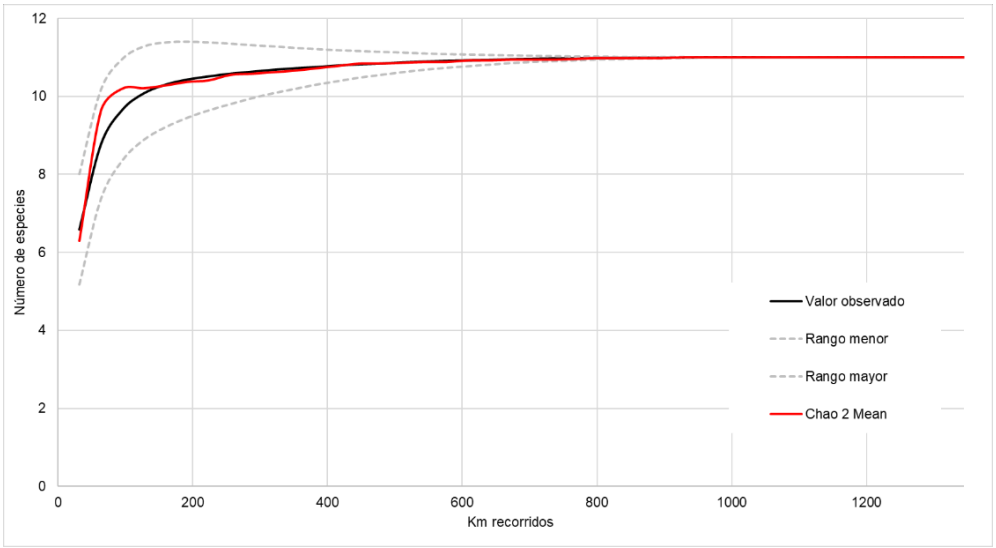


Figura IV.51. Curva de acumulación de especies para el muestreo de los anfibios en el área del Proyecto.

Tabla IV.55. Lista de especies de anfibios registradas en campo en el área Proyecto.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Caudata	Plethodontidae	*Isthmura bellii*	Tlaconete pinto	A	LC	P	S-LL
Anura	Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos		LC	P	S-LL
		Anaxyrus punctatus	Sapo de puntos rojos		LC	P	S-LL
	Craugastoridae	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla		LC	P	S-LL
	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus guttilatus*	Rana chirriadora punteada	Pr	LC	P	S-LL
	Hylidae	*Hyla arenicolor*	Ranita de cañón	Pr	LC	P	S-LL
		Hyla eximia	Rana arborícola de montaña	Pr	LC	P	S-LL
		Hyla plicata	Rana de árbol plegada	A	LC	P	S-LL
	Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr	LC	P	S-LL
		Lithobates montezumae	Rana leopardo de Moctezuma	Pr	LC	P	S-LL
	Scaphiopodidae	*Spea multiplicata*	Sapo montícola de espuela	Pr	LC	P	S-LL

NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección especial (Pr) y Amenazada (A). Lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): Preocupación Menor (LC). Detección: Dentro del área Proyecto (P) y distribuida en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Temporada: Secas (S); lluvias (ll).

Por otra parte, en relación a los reptiles, se obtuvieron 682 registros, los cuales estuvieron distribuidos en 29 especies, pertenecientes a dos órdenes y once familias (Tabla IV.56). Como en el caso del SAR, el orden Squamata concentró la mayor riqueza específica con 26 especies, mientras que el orden Testudines estuvo representado por 3 especies.

Por otra parte, diversas especies de reptiles registradas se encuentran incluidas en categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En particular, el lagarto alicante de las montañas (B. imbricata), la lagartija espinosa del mezquite (S. grammicus) y la tortuga casquito de pata rugosa (K. hirtipes), se clasifican bajo la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr), mientras que, la iguana mexicana de cola espinosa (C. pectinata), camaleón de montaña (P. orbiculare), la culebra terrestre dos líneas (C. biserialis) y las falsas coralillo (L. annulata, L. mexicana y L. polyzona) están catalogadas como Amenazadas (A). De acuerdo con la UICN, todas las especies registradas se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC).

La curva de acumulación de especies alcanzó una asíntota bien definida y el modelo exponencial negativo mostró un ajuste excelente ($R^2 = 0.971$), indicando que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar adecuadamente la comunidad de reptiles.

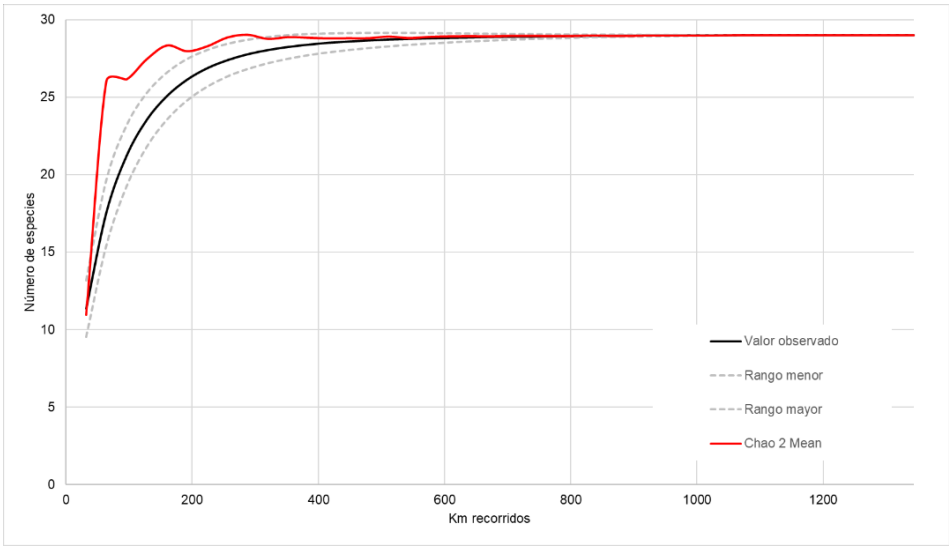


Figura IV.52 Curva de acumulación de especies para el muestreo de los reptiles en el área del Proyecto.

Tabla IV.56. Lista de especies de reptiles registradas en campo en el área Proyecto.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Squamata	Anguidae	*Barisia ciliaris*	Lagartija falso escorpión		LC	P	S-LL
		Gerrhonotus infernalis	Lagartija caimán norteña		LC	P	S-LL
		Barisia imbricata	Lagarto alicante de las montañas	Pr	LC	P	S-LL
	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico		LC	P	S-LL
	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática		LC	P	S-LL
	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	A	LC	P	S-LL
	Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	A	LC	P	S-LL
		Sceloporus aeneus	Lagartija espinosa llanera		LC	P	S-LL
		Sceloporus dugesii	Lagartija espinosa de Duges		LC	P	S-LL
		Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	LC	P	S-LL
		Sceloporus scalaris	Lagartija espinosa de pastizal		LC	P	S-LL
		Sceloporus varibilis	Lagartija espinosa vientre rosado		LC	P	S-LL
		Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de collar		LC	P	S-LL
	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico texano		LC	P	S-LL
	Colubridae	*Conopsis biserialis*	Culebra terrestre dos líneas	A	LC	P	S-LL
		Conopsis lineata	Culebra terrestre del centro		LC	P	S-LL
		Conopsis nasus	Culebra gris nariz de pala		LC	P	S-LL
		Drymarchon melanurus	Culebra arroyera de cola negra		LC	P	S-LL
		Lampropeltis annulata	Falsa coralillo real del noreste	A	LC	P	S-LL
		Lampropeltis mexicana	Falsa coralillo real mexicana	A	LC	P	S-LL
		Lampropeltis polyzona	Falsa coralillo real occidental	A	LC	P	S-LL
		Masticophis mentovarius	Culebra chirriadora neotropical		LC	P	S-LL
		Masticophis schotti	Culebra látigo		LC	P	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Senticolis triaspis	Culebra ratonera		LC	P	S-LL
	Natricidae	*Storeria storerioides*	Culebra parda mexicana		LC	P	S-LL
	Viperidae	*Crotalus triseriatus*	Cascabel transvolcánica		LC	P	S-LL
Testudines	Emydidae	*Trachemys venusta*	Pecho de carey		LC	P	S-LL
		Trachemys scripta	Tortuga gravada		LC	P	S-LL
	Kinosternidae	*Kinosternon hirtipes*	Tortuga casquito de pata rugosa	Pr	LC	P	S-LL

NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección especial (Pr) y Amenazada (A). Lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): Preocupación Menor (LC). Detección: Dentro del área de influencia (P) y distribuida en el SAR (SAR). Temporada: Secas (S); lluvias (ll).

Avifauna.

Los resultados arrojaron 647 registros de aves, las cuales pertenecieron a 131 especies, repartidas en diecisiete órdenes y cuarenta y cinco familias (Tabla IV.57). El orden Passeriformes destaca ampliamente como el grupo mejor representado con ochenta y ocho especies, concentrando la mayor riqueza de familias y especies.

En cuanto al estado de conservación de las especies registradas, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificó un conjunto de taxa incluidos en alguna categoría de riesgo. En particular, se registró una especie catalogada como Amenazada (A), el pato mexicano (A. diazi). Asimismo, se documentaron cinco especies sujetas a la categoría de Protección especial (Pr): la codorniz de Moctezuma (C. montezumae), el gavilán de Cooper (A. cooperii), la aguililla cola blanca (G. albicaudatus), el colorín siete colores (P. ciris) y el clarín jilguero (M. occidentalis). Por otra parte, conforme a la evaluación del estado de conservación realizada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el 98 % de las especies registradas se clasificaron en la categoría de Preocupación Menor (LC), mientras que el 1 % se ubicó en la categoría de Casi Amenazada (NT) y otro 1 % en la categoría de Vulnerable (VU).

Por otra parte, en relación con el estatus de residencia de las especies registradas, predominó ampliamente la categoría de residentes (R), que representó el 72% del total de la avifauna documentada. Este resultado indica que el área constituye un hábitat permanente y de importancia para la mayoría de las especies presentes. En menor proporción, se registraron especies migratorias (MI), las cuales representaron el 28% de los registros, lo que evidencia que el sitio también desempeña un papel relevante como área de uso temporal para especies que realizan desplazamientos estacionales.

La curva de acumulación de especies mostró una tendencia clara hacia la estabilización conforme aumentó el esfuerzo de muestreo (Figura IV.52). El ajuste al modelo exponencial negativo presentó un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.992$, indicando que el modelo explicó el 99.2% de la variación observada en la riqueza acumulada. Asimismo, la riqueza máxima estimada fue muy similar a la riqueza registrada, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar adecuadamente la comunidad de aves y que la curva alcanzó una asíntota bien definida.

Tabla IV.57. Lista de especies de aves registradas en campo en el área del Proyecto.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Galliformes	Odontophoridae	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	R		LC	P	S-LL
		Cyrtonyx montezumae	Codorniz de Moctezuma	R	Pr	LC	P	S-LL
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	R		LC	P	S-LL
		Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	R		LC	P	S-LL
		Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	R		LC	P	S-LL
		Zenaida macroura	Huilota Común	R		LC	P	S-LL
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	R		LC	P	S-LL
Apodiformes	Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco	R		LC	P	S-LL
		Cypseloides niger	Vencejo Negro	MI		VU	P	S-LL
	Trochilidae	*Amazilia beryllina*	Colibrí berilo	R		LC	P	S-LL
		Saucerottia cyanocephala	Colibrí corona azul	R		LC	P	S-LL
		Amazilia violiceps	Colibrí Corona Violeta	R		LC	P	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	R		LC	P	S-LL
		Gallinula galeata	Gallineta Frente Roja	R		LC	P	S-LL
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	R		LC	P	S-LL
		Bubulcus ibis	Garza ganadera	R		LC	P	S-LL
		Egretta caerulea	Garceta Azul	R		LC	P	S-LL
	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	R		LC	P	S-LL
Podicipediformes	Podicipedidae	*Aechmophorus clarkii*	Achichilique pico naranja	R		LC	P	S-LL
		Podiceps nigricollis	Zambullidor Orejón	R		LC	P	S-LL
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	R		LC	P	S-LL
	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	R		LC	P	S-LL
	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	MI		LC	P	S-LL
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	R		LC	P	S-LL
		Coragyps atratus	Zopilote común	R		LC	P	S-LL
Accipitriformes	Accipitridae	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	MI	Pr	LC	P	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	R		LC	P	S-LL
		Circus hudsonius	Gavilán rastrero	MI		LC	P	S-LL
		Elanus leucurus	Milano cola blanca	MI		LC	P	S-LL
		Geranoaetus albicaudatus	Aguililla cola blanca	R	Pr	LC	P	S-LL
Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	R		LC	P	S-LL
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	R		LC	P	S-LL
Piciformes	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	R		LC	P	S-LL
		Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	R		LC	P	S-LL
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Quebrantahuesos	R		LC	P	S-LL
		Falco columbarius	Halcón esmerejón	MI		LC	P	S-LL
		Falco sparverius	Cernícalo americano	MI		LC	P	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Caprimulgiformes	Caprimulfidae	*Antrostomus arizonae*	Tapacaminos Cuerporruín mexicano	R		LC	P	S-LL
Anseriformes	Anatidae	*Anas acuta*	Pato golondrino	MI		LC	P	S-LL
		Anas diazi	Pato mexicano	R	A	LC	P	S-LL
		Aythya affinis	Pato boludo	MI		LC	P	S-LL
		Dendrocygna autumnalis	Pijije Alas Blancas	R		LC	P	S-LL
		Spatula cyanoptera	Cerceta canela	MI		LC	P	S-LL
Passeriformes	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	R		LC	P	S-LL
	Alaudidae	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda	R		LC	P	S-LL
	Bombycillidae	*Bombycilla cedrorum*	Chinito	MI		LC	P	S-LL
	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal	R		LC	P	S-LL
		Passerina caerulea	Picogordo azul	MI		LC	P	S-LL
		Passerina ciris	Colorín sietecolores	MI	Pr	LC	P	S-LL
		Passerina cyanea	Colorín azul	MI		LC	P	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Pheucticus ludovicianus	Picogordo Degollado	MI		LC	P	S-LL
		Piranga flava	Piranga Encinera	R		LC	P	S-LL
	Corvidae	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	R		LC	P	S-LL
		Corvus corax	Cuervo Común	R		LC	P	S-LL
	Fringillidae	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	R		LC	P	S-LL
		Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	R		LC	P	S-LL
		Loxia curvirostra	Picotuerto rojo	R		LC	P	S-LL
		Spinus pinus	Jilguerito Pinero	R		LC	P	S-LL
		Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	R		LC	P	S-LL
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	R		LC	P	S-LL
		Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera	MI		LC	P	S-LL
		Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	MI		LC	P	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	R		LC	P	S-LL
		Icterus bullockii	Calandria Cejas Naranjas	MI		LC	P	S-LL
		Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	R		LC	P	S-LL
		Icterus parisorum	Calandria Tunera	R		LC	P	S-LL
		Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	R		LC	P	S-LL
		Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	R		LC	P	S-LL
		Xanthocephalus xanthocephalus	Tordo cabeza amarilla	R		LC	P	S-LL
	Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	MI		LC	P	S-LL
	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	R		NT	P	S-LL
	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	R		LC	P	S-LL
		Mimus polyglottos	Sinsonte norteño	R		LC	P	S-LL
		Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	R		LC	P	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
	Motacillidae	*Anthus rubescens*	Bisbita Norteamericana	MI		LC	P	S-LL
	Paridae	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	R		LC	P	S-LL
	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa	R		LC	P	S-LL
		Cardellina pusilla	Chipe corona negra	MI		LC	P	S-LL
		Geothlypis trichas	Mascarita común	MI		LC	P	S-LL
		Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo	MI		LC	P	S-LL
		Mniotilta varia	Chipe trepador	MI		LC	P	S-LL
		Myioborus miniatus	Pavito Alas Negras	R		LC	P	S-LL
		Oreothlypis superciliosa	Chipe Cejas Blancas	R		LC	P	S-LL
		Setophaga occidentalis	Chipe cabeza amarilla	MI		LC	P	S-LL
		Setophaga petechia	Chipe amarillo	MI		LC	P	S-LL
		Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	MI		LC	P	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
	Passerellidae	*Ammodramus savannarum*	Gorrión chapulín	MI		LC	P	S-LL
		Junco phaeonotus	Junco ojo de lumbre	R		LC	P	S-LL
		Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	MI		LC	P	S-LL
		Melozone fusca	Rascador Viejita	R		LC	P	S-LL
		Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	R		LC	P	S-LL
		Peucaea botterii	Zacatonero de Botteri	R		LC	P	S-LL
		Spizella atrogularis	Gorrión barba negra	R		LC	P	S-LL
		Spizella breweri	Gorrión de Brewer	MI		LC	P	S-LL
		Spizella passerina	Gorrión Cejas Blancas	R		LC	P	S-LL
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	R		LC	P	S-LL
	Ptiliogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro	R		LC	P	S-LL
		Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	R		LC	P	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	MI		LC	P	S-LL
	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	R		LC	P	S-LL
	Sittidae	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	R		LC	P	S-LL
	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de collar	R		LC	P	S-LL
		Sporophila torqueola	Semillero de collar	R		LC	P	S-LL
		Volatinia jacarina	Semillero brincador	R		LC	P	S-LL
	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	R		LC	P	S-LL
		Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño	R		LC	P	S-LL
		Cistothorus palustris	Saltapared Pantanero	MI		LC	P	S-LL
		Salpinctes obsoletus	Saltapared de Rocas	R		LC	P	S-LL
		Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	R		LC	P	S-LL
		Troglodytes aedon	Saltapared Común	R		LC	P	S-LL
	Turdidae	*Catharus aurantiirostris*	Zorzal pico naranja	R		LC	P	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Catharus guttatus	Zorzal Cola Canela	MI		LC	P	S-LL
		Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	R	Pr	LC	P	S-LL
		Turdus grayi	Mirlo Café	R		LC	P	S-LL
		Turdus migratorius	Mirlo primavera	R		LC	P	S-LL
	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	R		LC	P	S-LL
		Contopus cooperi	Papamoscas Boreal	MI		LC	P	S-LL
		Empidonax affinis	Papamoscas Pinero	R		LC	P	S-LL
		Empidonax fulvifrons	Papamoscas Pecho Canela	R		LC	P	S-LL
		Empidonax minimus	Papamoscas Chico	MI		LC	P	S-LL
		Myiarchus cinerascens	Papamoscas Garganta Ceniza	R		LC	P	S-LL
		Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	R		LC	P	S-LL
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo Común	R		LC	P	S-LL

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estacionalidad	NOM	IUCN	Detección	Temporada
		Sayornis nigricans	Papamoscas negro	R		LC	P	S-LL
		Tyrannus verticalis	Tirano pálido	R		LC	P	S-LL
		Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	R		LC	P	S-LL
	Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de Bell	MI		LC	P	S-LL
		Vireo cassinii	Vireo de Cassin	MI		LC	P	S-LL
		Vireo gilvus	Vireo gorjeador	MI		LC	P	S-LL
		Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	R		LC	P	S-LL
		Vireo plumbeus	Vireo plomizo	MI		LC	P	S-LL
NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección especial (Pr) y Amenazada (A). Lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): Preocupación Menor (LC). Detección: Dentro del área de influencia (P) y distribuida en el SAR (SAR). Temporada: Secas (S); lluvias (ll).								

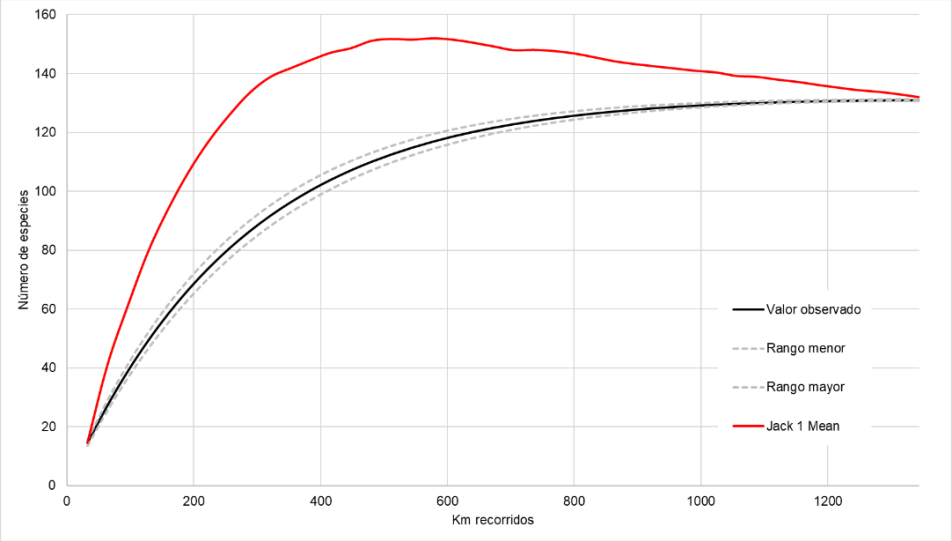


Figura IV.52. Curva de acumulación de especies para el muestreo de las aves en el área del Proyecto.

Quirópteros.

El muestreo logro reunir un total de 600 grabaciones, lo que equivale a 3,000 minutos. Esta información represento un total de 8 especies de quirópteros pertenecientes a tres familias (Tabla IV.58). La familia mejor representada fue Vespertilionidae con cuatro especies, seguido de Molossidae con tres. No se registraron especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, todas las especies registradas están clasificadas por la IUCN en la categoría de Preocupación Menor (LC), lo que indica que no enfrentan riesgos inmediatos de extinción a escala global.

La curva de acumulación de especies mostró una tendencia temprana hacia la estabilización, alcanzando la riqueza máxima observada durante las primeras etapas del muestreo (Figura IV.53). El ajuste mediante el modelo exponencial negativo presentó un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.972$, lo que indica un ajuste excelente entre la curva observada y la estimada. En conjunto, los resultados evidencian que el esfuerzo de muestreo fue adecuado para caracterizar la comunidad de quirópteros registrada, permitiendo alcanzar una asíntota claramente definida.

Tabla IV.58. Lista de especies de quirópteros registrados en el área del Proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	Detección	Temporada
Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago mexicano cola suelta		LC	P	S-Ll
	Nyctinomops macrotis	Murciélago cola suelta mayor		LC	P	S-Ll
	Molossus molossus	Murciélago mastín común		LC	P	S-Ll
Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago vampiro		LC	P	S-Ll
Vespertilionidae	*Lasiurus frantzii*	Murciélago rojo		LC	P	S-Ll
	Myotis californicus	Murciélago ratón de California		LC	P	S-Ll
	Lasiurus cinereus	Murciélago canoso de cola peluda		LC	P	S-Ll
	Myotis velifer	Miotis mexicano		LC	P	S-Ll
NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección especial (Pr) y Amenazada (A). Lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): Preocupación Menor (LC) y especies cuyas poblaciones se encuentras Casi Amenazadas (NT). Detección: Dentro del área Proyecto (P) y distribuida en el SAR (SAR). Temporada: Secas (S); lluvias (ll).						

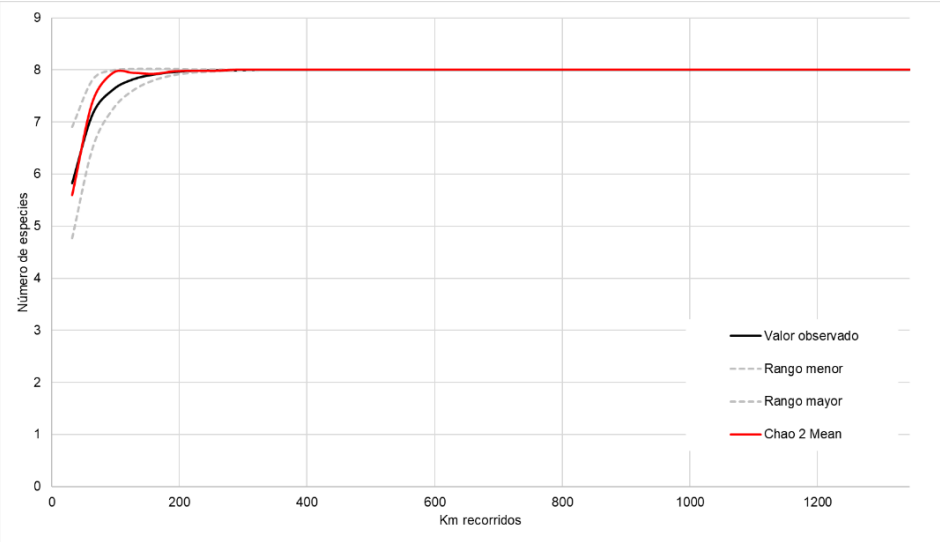


Figura IV.53. Curva de acumulación de especies para el muestreo de quirópteros en el área del Proyecto.

Mamíferos terrestres y arborícolas.

Los resultados del muestreo nos revelan una riqueza específica de 12 especies compuestas por siete órdenes y siete familias (Tabla IV.59). La metodología principal para obtener los datos para realizar las estimaciones fue el fototrampeo, en donde se acumuló un esfuerzo de muestreo total de 630 días/trampa, en donde se obtuvieron un total de 255 registros. En relación a los recorridos, se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 672 km recorridos, en los cuales se pudieron obtener 8 registros de huella, no se obtuvieron registros de especies distintas a las obtenidas a través de las cámaras trampa.

Ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, todas están clasificadas como de Preocupación Menor (LC) en la Lista Roja de la UICN, lo que indica que no presentan riesgos significativos para la permanencia de sus poblaciones a escala global.

La curva de acumulación de especies alcanzó una asíntota bien definida y presentó un excelente ajuste al modelo exponencial negativo ($R^2 = 0.984$; Figura IV.54). Estos resultados indican que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar adecuadamente la comunidad de mamíferos registrada.

Tabla IV.59. Lista de especies de los mamíferos terrestres y arborícolas registrados en el área del Proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Registro	Nom-059	IUCN	Detección	Temporada
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Zarigüeya	Foto/huella		LC	P	S-LI
Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo	Foto		LC	P	S-LI
Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Foto		LC	P	S-LI
	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	Foto		LC	P	S-LI
Mustelidae	*Neogale frenata*	Comadreja	Foto		LC	P	S-LI
Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	Foto		LC	P	S-LI
	Spilogale angustifrons	Zorrillo manchado	Foto		LC	P	S-LI
Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	Foto/huella		LC	P	S-LI
	Procyon lotor	Mapache	Foto/huella		LC	P	S-LI
	Bassariscus astutus	Cacomixtle norteño	Foto/avistamiento		LC	P	S-LI
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo silvestre	Foto		LC	P	S-LI
	Lepus californicus	Liebre cola negra	Foto/avistamiento		LC	P	S-LI
NOM-059-SEMARNAT-2010): Pr= especie sujeta a Protección especial; A= especie Amenazada.; P= peligro de extinción. IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): LC= preocupación menor; Vu = Vulnerable; NT = Casi amenazada. Detección: Dentro del área Proyecto (P) y distribuida en el SAR (SAR); Temporada: Secas (S); lluvias (LI).							

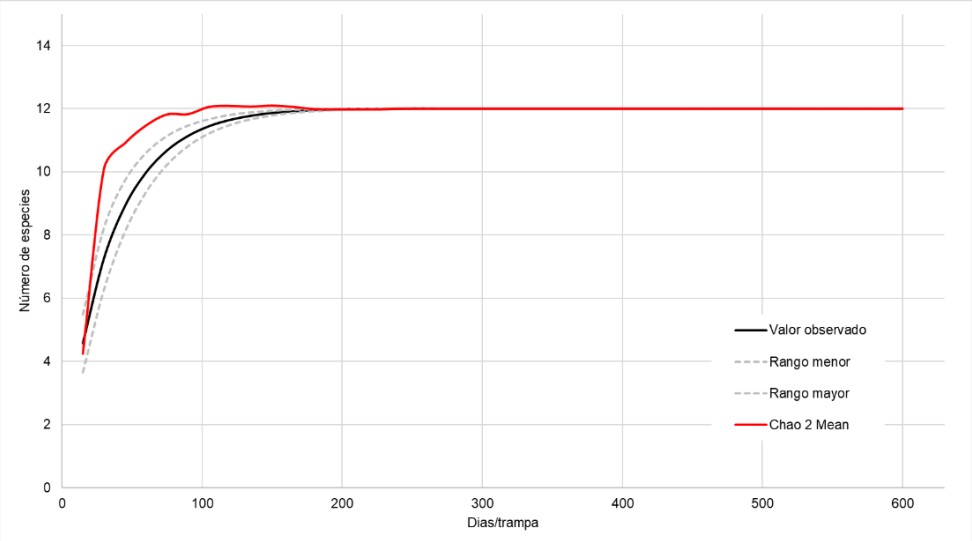


Figura IV.54. Curva de acumulación de especies para el muestreo de los mamíferos terrestres y arborícolas en el área del Proyecto.

Comparativo de resultados de fauna silvestre en el sistema ambiental regional (SAR) y predio.

Los resultados evidencian que, en términos absolutos, el Sistema Ambiental Regional (SAR) presentó una mayor abundancia de individuos y una mayor riqueza específica que el área Proyecto para todos los grupos de vertebrados evaluados, lo cual era esperable debido a que el SAR comprende una superficie considerablemente mayor y, por ende, una mayor heterogeneidad de ambientes disponibles (Tabla IV.59). No obstante, el área Proyecto conserva una representación importante de la diversidad faunística presente en el contexto regional, reflejando una composición de comunidades similar a la del SAR y manteniendo valores elevados de diversidad.

Tabla IV.60. Resumen de los parámetros estimados en Sistema Ambiental Regional y área Proyecto.

Área	Índices de diversidad	Anfibios	Reptiles	Aves	Quirópteros	Mamíferos terrestres
Área Proyecto	Abundancia	513	682	647	600	255
	Riqueza específica S	11	29	131	8	12
	Índice de Shannon H	2.255	3.204	4.89	1.893	2.552
Sistema Ambiental Regional (SAR)	Abundancia	824	1,401	1,779	940	451
	Riqueza específica S	11	32	158	9	14
	Índice de Shannon H	2.239	3.352	5.029	2.018	2.563

En los anfibios se registraron 513 individuos en el Área del Proyecto y 824 individuos en el SAR. A pesar de esta diferencia en abundancia, ambos sitios presentaron la misma riqueza específica, con 11 especies registradas, mientras que el índice de diversidad de Shannon el SAR resulto se ligeramente superior al área Proyecto (H' = 2.255 en el Área del Proyecto y H' = 2.239 en el SAR). Estos resultados indican que la comunidad de anfibios mantiene una estructura muy similar en ambos ámbitos espaciales, con una distribución relativamente homogénea de las abundancias entre las especies registradas. La curva de rango-abundancia confirma este patrón, mostrando en ambos casos una disminución gradual de la abundancia conforme aumenta el rango de las especies, sin evidenciar una dominancia excesiva de unas cuantas especies (Figura IV.55). Aunque el SAR concentra un mayor número de individuos, la pendiente de ambas curvas es semejante, lo que sugiere que la equidad en la distribución de las abundancias es comparable entre ambas áreas.

Especie	SAR	PROYECTO
Anaxyrus punctatus	58	34
Craugastor augusti	63	36
Eleutherodactylus guttilatus	52	44
Hyla arenicolor	56	40
Hyla eximia	50	27
Hyla plicata	61	33
Incilius occidentalis	148	79
Isthmura bellii	16	4
Lithobates berlandieri	144	98
Lithobates montezumae	127	82
Spea multiplicata	49	36
TOTAL	**824**	**513**

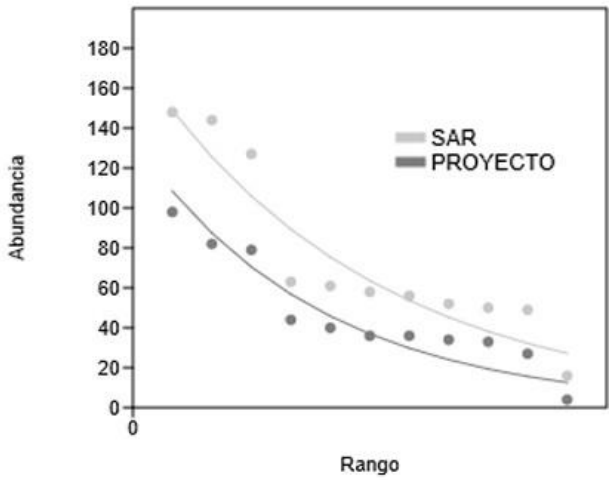


Figura IV.55. Tabla de abundancias de las especies de anfibios registradas durante el muestreo en ambas áreas y sus respectivas curvas de abundancia.

Para los reptiles se contabilizaron 682 individuos en el área Proyecto y 1,401 en el SAR, registrándose además una riqueza de 29 y 32 especies, respectivamente. De manera consistente con estas diferencias, el índice de Shannon fue ligeramente superior en el SAR (H' = 3.352) respecto al área Proyecto (H' = 3.204). La curva de rango-abundancia muestra que en ambas áreas existe un gradiente continuo desde las especies más abundantes hasta aquellas representadas por pocos individuos (Figura IV.56); sin embargo, el SAR mantiene mayores abundancias a lo largo de prácticamente todo el gradiente, mientras que el área Proyecto presenta una reducción más pronunciada en las especies de abundancia intermedia y baja. Aun así, la forma similar de ambas curvas indica que la estructura de la comunidad de reptiles del área Proyecto constituye una representación adecuada de la existente en el SAR.

ESPECIE	SAR	PROYECTO
Anolis nebulosus	82	38
Aspidoscelis gularis	75	37
Barisia ciliaris	37	17
Barisia imbricata	30	14
Conopsis biserialis	34	17
Conopsis lineata	31	8
Conopsis nasus	26	13
Crotalus triseriatus	25	21
Ctenosaura pectinata	83	55
Drymarchon melanurus	5	3
Gerrhonotus infernalis	35	18
Hemidactylus frenatus	24	17
Kinosternon hirtipes	23	14
Lampropeltis annulata	30	10
Lampropeltis mexicana	20	17
Lampropeltis polyzona	38	12
Masticophis mentovarius	37	22
Masticophis schotti	51	12
Phrynosoma orbiculare	31	11
Pituophis deppei	30	0
Sceloporus aeneus	68	48
Sceloporus dugesii	90	40
Sceloporus grammicus	71	49
Sceloporus scalaris	84	47
Sceloporus torquatus	65	46
Sceloporus varibilis	71	32
Senticolis triaspis	40	20
Storeria storerioides	34	14
Thamnophis cyrtopsis	26	0
Thamnophis eques	32	8
Trachemys scripta	38	22
Trachemys venusta	35	0
TOTAL	1401	682

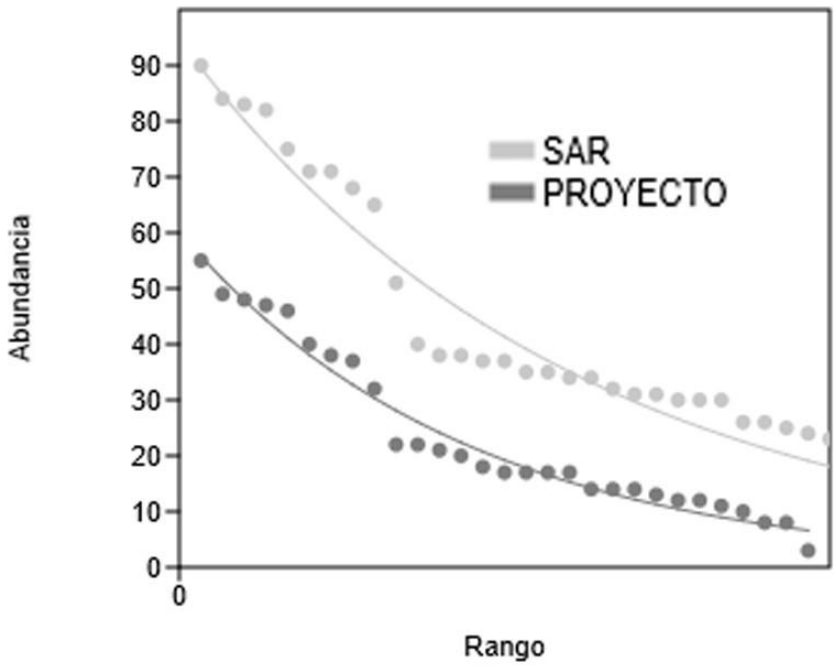


Figura IV.56 Tabla de abundancias de las especies de reptiles registradas durante el muestreo en ambas áreas y sus respectivas curvas de abundancia.

La avifauna constituyó el grupo con mayor riqueza específica y abundancia, registrándose 131 especies y 647 registros en el área Proyecto, mientras que el SAR alcanzó 158 especies y 1,779 registros (Figura IV.55). En relación al índice de Shannon, de nuevo, el SAR presento mayor diversidad (H' = 5.029) en comparación con el área Proyecto (H' = 4.890). La diferencia observada responde principalmente a la mayor cobertura espacial del SAR, que integra una mayor variedad de hábitats y, por consiguiente, alberga un mayor número de especies e individuos.

ESPECIE	SAR	PROYECTO
Actitis macularius	9	7
Aechmophorus clarkii	1	5

ESPECIE	SAR	PROYECTO
Aeronautes saxatalis	8	6
Agelaius phoeniceus	13	2

ESPECIE	SAR	PROYECTO
Aimophila ruficeps	8	0
Amazilia beryllina	1	3
Amazilia violiceps	2	2
Ammodramus savannarum	7	7
Anas acuta	5	6
Anas diazi	10	2
Anthus rubescens	11	7
Antrostomus arizonae	8	2
Aphelocoma wollweberi	12	2
Archilochus alexandri	1	0
Ardea alba	10	5
Astur cooperii	15	7
Auriparus flaviceps	5	2
Aythya affinis	11	5
Baeolophus wollweberi	7	11
Basileuterus rufifrons	7	5
Bombycilla cedrorum	15	4
Bubo virginianus	7	3
Bubulcus ibis	6	6
Buteo albonotatus	2	0
Buteo jamaicensis	6	2
Buteo lineatus	1	0
Callipepla squamata	12	2

ESPECIE	SAR	PROYECTO
Camptostoma imberbe	3	8
Campylorhynchus brunneicapillus	9	0
Caracara plancus	17	5
Cardellina pusilla	5	4
Cardinalis cardinalis	4	3
Carpodacus mexicanus	6	5
Cathartes aura	5	8
Catharus aurantiirostris	9	5
Catharus guttatus	12	5
Catharus occidentalis	13	0
Catherpes mexicanus	8	5
Chaetura vauxi	4	0
Charadrius semipalmatus	6	0
Charadrius vociferus	7	4
Chloroceryle americana	5	3
Chlorophonia elegantissima	6	0
Chondestes grammacus	3	0
Circus hudsonius	7	5
Cistothorus palustris	8	4
Colaptes auratus	6	8
Colinus virginianus	11	0
Columbina inca	10	4

ESPECIE	SAR	PROYECTO
Columbina passerina	7	4
Columbina talpacoti	9	0
Contopus cooperi	7	8
Coragyps atratus	7	6
Corthylio calendula	11	2
Corvus corax	11	5
Crotophaga sulcirostris	10	0
Cypseloides niger	5	8
Cyrtonyx montezumae	12	5
Dendrocygna autumnalis	5	7
Dryobates scalaris	3	4
Egretta caerulea	10	8
Elanus leucurus	5	2
Empidonax affinis	4	5
Empidonax fulvifrons	9	3
Empidonax minimus	8	4
Eremophila alpestris	13	5
Falco columbarius	1	4
Falco peregrinus	2	0
Falco sparverius	2	1
Fulica americana	10	7
Gallinula galeata	7	6
Geococcyx californianus	9	4

ESPECIE	SAR	PROYECTO
Geothlypis trichas	4	8
Geranoaetus albicaudatus	10	5
Haemorhous mexicanus	12	4
Himantopus mexicanus	4	0
Hirundo rustica	8	4
Icteria virens	7	5
Icterus abeillei	5	0
Icterus bullockii	8	11
Icterus cucullatus	10	4
Icterus parisorum	7	2
Jacana spinosa	6	5
Junco phaeonotus	8	4
Lanius ludovicianus	6	5
Larus delawarensis	14	0
Leiothlypis celata	3	8
Leptotila verreauxi	10	5
Loxia curvirostra	4	5
Megaceryle alcyon	9	0
Melanotis caerulescens	8	2
Meleagris gallopavo	9	0
Melospiza lincolnii	6	4
Melozone fusca	7	8
Mimus polyglottos	6	2
Mniotilta varia	10	8

ESPECIE	SAR	PROYECTO
Molothrus aeneus	9	2
Myadestes occidentalis	7	7
Myiarchus cinerascens	8	5
Myiarchus tuberculifer	8	4
Myioborus miniatus	6	6
Nannopterum brasilianum	4	0
Nycticorax nycticorax	11	0
Oreothlypis superciliosa	14	5
Pachyramphus aglaiae	5	3
Passerculus sandwichensis	8	6
Passerina caerulea	8	7
Passerina ciris	8	7
Passerina cyanea	5	5
Patagioenas fasciata	11	0
Petrochelidon pyrrhonota	10	6
Peucaea botterii	8	8
Phainopepla nitens	11	3
Pheucticus ludovicianus	11	4
Pipilo chlorurus	12	0
Piranga flava	10	7
Pitangus sulphuratus	8	7

ESPECIE	SAR	PROYECTO
Plegadis chihi	2	3
Podiceps nigricollis	11	6
Polioptila caerulea	9	6
Psaltriparus minimus	8	5
Ptiliogonys cinereus	13	2
Quiscalus mexicanus	5	6
Salpinctes obsoletus	4	8
Saucerottia cyanocephala	3	2
Sayornis nigricans	5	2
Setophaga occidentalis	9	2
Setophaga petechia	6	7
Setophaga townsendi	4	6
Sitta carolinensis	11	5
Spatula cyanoptera	13	3
Spinus pinus	6	6
Spinus psaltria	10	4
Spizella atrogularis	4	3
Spizella breweri	4	6
Spizella passerina	2	7
Sporophila morelleti	7	4

ESPECIE	SAR	PROYECTO
Sporophila torqueola	5	4
Stelgidopteryx serripennis	4	2
Streptoprocne zonaris	4	0
Thryomanes bewickii	5	4
Toxostoma curvirostre	6	4
Troglodytes aedon	11	5
Trogon elegans	9	0
Turdus grayi	7	5
Turdus migratorius	10	5
Turdus rufopalliatus	10	0
Tyrannus verticalis	7	4
Tyrannus vociferans	10	8
Vireo bellii	10	6
Vireo cassinii	4	8
Vireo gilvus	7	8
Vireo huttoni	9	3
Vireo plumbeus	9	5
Volatinia jacarina	6	3
Xanthocephalus xanthocephalus	2	5
Zenaida asiatica	12	0
Zenaida macroura	2	7
TOTAL	**1179**	**647**

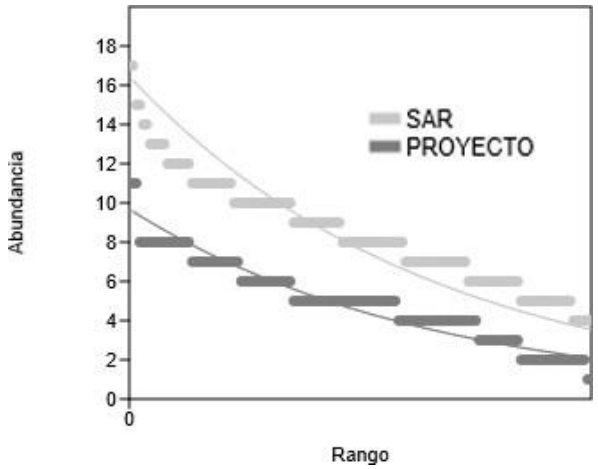


Figura IV.57. Tabla de abundancias de las especies de aves registradas durante el muestreo en ambas áreas y sus respectivas curvas de abundancia.

En el caso de los quirópteros se registraron 600 individuos distribuidos en ocho especies dentro del área Proyecto, mientras que el SAR presentó 940 individuos correspondientes a nueve especies (Figura IV.58). El índice de Shannon fue de 1.893 para el proyecto y de 2.018 para el SAR, indicando una diversidad superior en este último. La diferencia se explica por la presencia de una especie adicional y por una distribución ligeramente más uniforme de las abundancias dentro del contexto regional, aunque el área Proyecto conserva una proporción importante de la diversidad regional del grupo.

ESPECIES	SAR	PROYECTO
Choeronycteris mexicana	121	0
Desmodus rotundus	126	96
Lasiurus cinereus	34	29
Lasiurus frantzii	33	32
Molossus molossus	234	175
Myotis californicus	126	84
Myotis velifer	129	87
Nyctinomops macrotis	28	20
Tadarida brasiliensis	109	77
TOTAL	940	600

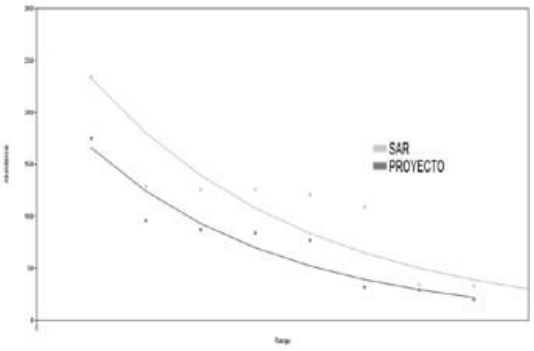


Figura IV.58. Tabla de abundancias de las especies de quirópteros registrados durante el muestreo en ambas áreas y sus respectivas curvas de abundancia.

Finalmente, para los mamíferos terrestres se registraron 255 individuos y 12 especies en el área Proyecto, en comparación con 451 individuos y 14 especies en el SAR (Figura IV.57). El valor del índice de Shannon fue ligeramente más elevado en el SAR (H' = 2.563) que en el área Proyecto (H' = 2.552). Este comportamiento sugiere que las especies presentes en el área Proyecto mantienen una distribución de abundancias comparable a la observada a escala regional, evidenciando que el sitio conserva una representación adecuada de la comunidad de mamíferos terrestres presentes en el SAR.

ESPECIES	SAR	PROYECTO
Bassariscus astutus	35	19
Canis latrans	33	17
Dasypus mexicanus	22	13
Didelphis virginiana	58	41
Lepus californicus	17	16
Lynx rufus	20	0
Mephitis macroura	31	13
Nasua narica	46	35
Neogale frenata	20	18
Odocoileus virginianus	52	0
Procyon lotor	50	39
Spilogale angustifrons	21	16
Sylvilagus floridanus	14	16
Urocyon cinereoargenteus	32	12
TOTAL	451	255

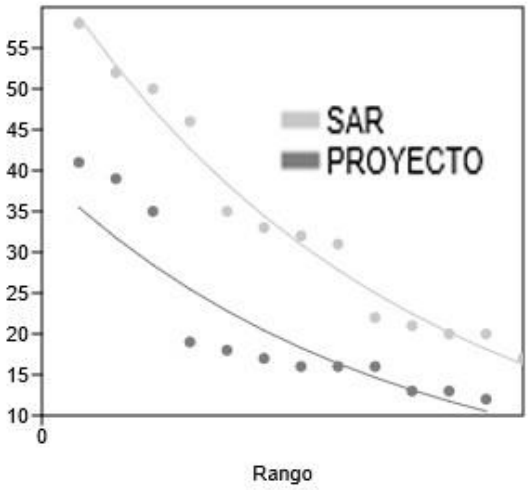


Figura IV.59. Tabla de abundancias de las especies de mamíferos terrestres y arborícolas registrados durante el muestreo en ambas áreas y sus respectivas curvas de abundancia.

El análisis del índice de similitud de Jaccard evidencia un elevado grado de semejanza en la composición de especies entre el área Proyecto y el SAR para todos los grupos taxonómicos evaluados. En todos los casos, los valores obtenidos fueron superiores a 0.80, lo que indica que la fauna presente en el área Proyecto constituye una representación importante de la comunidad regional y que las diferencias observadas corresponden principalmente a la ausencia de un número reducido de especies registradas únicamente en el SAR.

Los anfibios presentaron la mayor similitud entre ambas áreas, con un índice de Jaccard de 1, resultado que indica una coincidencia total en la composición específica, ya que las once especies registradas en proyecto también fueron documentadas dentro del SAR. Por otro lado, en los reptiles se obtuvo un índice de similitud de 0.906, derivado de la presencia compartida de 29 especies entre ambas áreas y únicamente tres especies exclusivas del SAR. Lo anterior indica que más del 90% de la composición específica regional se encuentra representada dentro del proyecto, reflejando una comunidad con una estructura taxonómica altamente semejante.

La comunidad de aves presentó un índice de Jaccard de 0.829, en donde, las 158 especies registradas en el SAR, 131 también fueron documentadas en el proyecto, mientras que 27 especies fueron exclusivas del SAR.

Ahora bien, para el caso de los mamíferos voladores, el índice de similitud arrojo un resultado de 0.889, resultado que refleja una composición prácticamente compartida entre ambas áreas, ya que únicamente el murciélago trompudo (C. mexicana) fue registrada exclusivamente en el SAR. La presencia de ocho de las nueve especies regionales dentro del área Proyecto evidencia una representación muy alta de la comunidad regional de murciélagos.

Finalmente, los mamíferos terrestres presentaron un índice de Jaccard de 0.857, resultado derivado de la presencia compartida de 12 especies y únicamente dos especies exclusivas del SAR (*lince (L. rufus*) y el venado cola blanca (*O. virginianus*). Este valor indica que la composición mastofaunística del área Proyecto mantiene una elevada correspondencia con la registrada a escala regional.

Los análisis de diversidad alfa y beta realizados para los diferentes grupos de vertebrados indican que el área Proyecto mantiene una composición faunística altamente representativa del SAR. Los índices de similitud de Jaccard obtenidos evidencian que entre el 82.9 % y el 100 % de las especies registradas en el contexto regional también se encuentran presentes dentro del proyecto, lo que demuestra que esta última forma parte de un paisaje continuo donde la fauna se distribuye ampliamente y no constituye un sitio con comunidades biológicas aisladas o exclusivas.

Aunque el SAR presentó mayores valores de abundancia y riqueza específica para todos los grupos taxonómicos evaluados, estas diferencias son congruentes con la mayor superficie y heterogeneidad ambiental que comprende el SAR respecto al área Proyecto. Asimismo, los índices de diversidad de Shannon fueron muy similares entre ambas áreas, mientras que las curvas de rango-abundancia conservaron patrones estructurales equivalentes, indicando que las comunidades mantienen una organización ecológica semejante y que las especies dominantes, intermedias y raras presentan proporciones comparables.

Desde el punto de vista ecológico, estos resultados permiten inferir que el área Proyecto no representa el único sitio de distribución para las especies registradas, sino que constituye únicamente una fracción del hábitat disponible dentro del SAR. En consecuencia, la pérdida del hábitat correspondiente a la superficie del proyecto no implica, por sí misma, una reducción significativa en la distribución regional de las especies ni una afectación que comprometa la viabilidad de sus poblaciones, ya que la mayor parte del hábitat potencial permanece disponible y funcional en el paisaje circundante. Adicionalmente, ninguna de las especies registradas fue exclusiva del área proyecto; por el contrario, todas las especies documentadas dentro del predio también fueron registradas en el SAR. Este resultado constituye una evidencia importante de que el sitio no alberga poblaciones aisladas ni ensamblajes faunísticos únicos cuya permanencia dependa exclusivamente del área destinada al desarrollo del parque fotovoltaico.

En términos poblacionales, la construcción del parque fotovoltaico podría ocasionar efectos locales sobre algunos individuos debido al desmonte, al incremento temporal de ruido y actividad humana durante la etapa de construcción, así como a la modificación parcial del hábitat. Sin embargo, estos efectos se consideran de carácter localizado y temporal, y no representan una amenaza para la permanencia de las poblaciones regionales, debido a que las especies disponen de amplias áreas con condiciones ambientales equivalentes dentro del SAR, lo que favorece procesos naturales de desplazamiento, recolonización y mantenimiento del flujo poblacional. Por lo tanto, considerando la elevada similitud en la composición específica entre ambas áreas, la ausencia de especies exclusivas en el área proyecto, la representatividad de las comunidades faunísticas registradas y la disponibilidad de extensiones considerablemente mayores de hábitat dentro del SAR, se concluye que la construcción del parque fotovoltaico no ocasionará efectos adversos significativos sobre la viabilidad de las poblaciones de vertebrados registradas, siempre y cuando el proyecto implemente las medidas de prevención, rescate de fauna, restauración y manejo ambiental establecidas en el programa de mitigación. Los impactos esperados se limitarían principalmente a una redistribución local de individuos hacia áreas adyacentes con características ecológicas similares, sin que exista evidencia de una disminución apreciable en el tamaño o estabilidad de las poblaciones regionales.

IV.2 Medio socioeconómico.

La Corregidora.

Corregidora es uno de los municipios con mayor crecimiento demográfico del estado, integrado a la Zona Metropolitana de Querétaro.

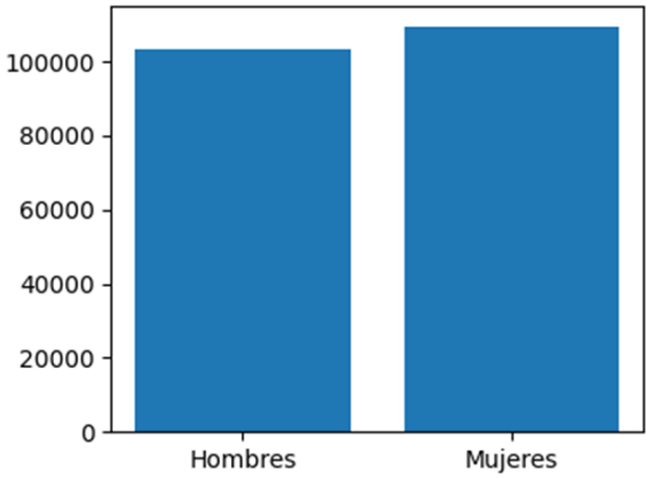


Figura IV.60. Población de La Corregidora por edad y sexo en 2020.

Vivienda

En 2020 se registraron 64,356 viviendas particulares habitadas. La cobertura de energía eléctrica, agua entubada y drenaje es alta en la mayor parte del municipio.

Educación

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más fue de 11.4 años, superior al promedio estatal, reflejando una elevada cobertura educativa.

Salud

La mayoría de la población cuenta con afiliación a servicios de salud, principalmente IMSS, ISSSTE y servicios estatales, complementados por infraestructura privada de la Zona

Huimilpan.

Demografía.

Huimilpan es uno de los 18 municipios del estado de Querétaro. De acuerdo con el último Censo de Población, en 2020 Huimilpan tenía 36,808 habitantes: 19,463 mujeres (52.9%) y 17,345 hombres (47.1%). Los habitantes de Huimilpan representaban el 1.6% de la población total de Querétaro en 2020.

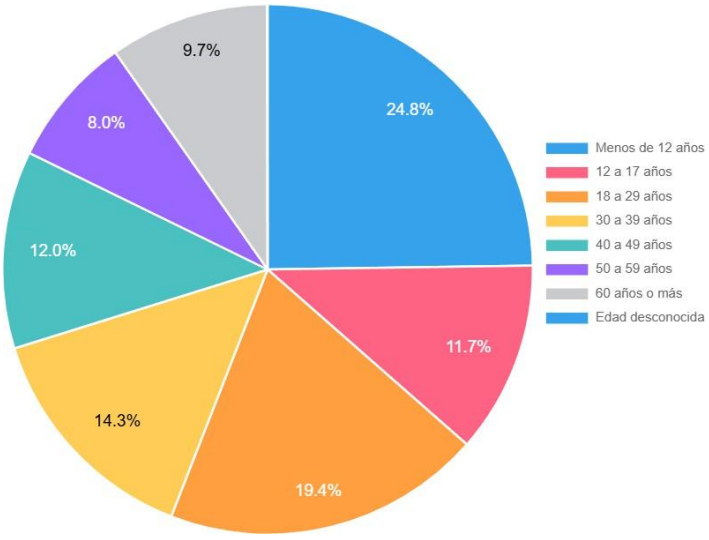


Figura IV.61. Población de Huimilpan por edad y sexo en 2020.

La siguiente tabla muestra la población de Huimilpan, Querétaro, agrupada por edades y sexo.

Tabla IV.61. Distribución de la población por grupos de edad

Edades	Mujeres	Hombres	Total	%
0 a 5 años	2,203	2,275	4,478	12.2%
6 a 11 años	2,342	2,297	4,639	12.6%
12 a 17 años	2,242	2,065	4,307	11.7%
18 a 24 años	2,458	1,868	4,326	11.8%
25 a 29 años	1,614	1,219	2,833	7.7%
30 a 34 años	1,506	1,157	2,663	7.2%
35 a 39 años	1,408	1,182	2,590	7.0%
40 a 44 años	1,219	1,155	2,374	6.4%
45 a 49 años	1,051	1,010	2,061	5.6%
50 a 54 años	878	787	1,665	4.5%
55 a 59 años	656	632	1,288	3.5%
60 a 64 años	581	592	1,173	3.2%
65 a 69 años	468	387	855	2.3%
70 a 74 años	304	295	599	1.6%
75 a 79 años	210	186	396	1.1%
80 a 84 años	170	120	290	0.8%
85 años o más	147	113	260	0.7%
Edad desconocida	6	5	11	0.0%
Total	**19,463**	**17,345**	**36,808**	

IV.3 Paisaje.

El concepto paisaje tiene varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis. De manera general se puede afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual. La primera se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan.

En la segunda aproximación, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en este territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad. Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- **La visibilidad:** se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
- **La calidad paisajística:** incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.
- **La fragilidad del paisaje:** es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en

biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Además, se consideraron otros dos criterios:

- **Frecuencia de la presencia humana:** no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- **Singularidades paisajísticas:** o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

Teniendo en cuenta lo expresado por Martínez (2003), se procedió a evaluar el paisaje del área de estudio y área del proyecto.

Tabla IV.62. Paisaje en el área del estudio.

Criterio	Calificación	Sustento
Visibilidad	Baja	Debido a que el área de estudio es una zona plana sin elevaciones topográficas que permitan tener una visión panorámica del área.
Calidad paisajística	Media	Al estar en una zona en donde se han llevado a cabo actividades agrícolas y por lo tanto existe una alteración sobre la calidad paisajística, el proyecto no modificará significativamente el paisaje.
Fragilidad del paisaje	Media	Como se ha mencionado, la vegetación es secundaria derivada de selva baja caducifolia, en la cual se han realizado actividades agrícolas, pero que sin embargo se encuentra conservado y con vegetación en crecimiento, por lo que el paisaje presenta una fragilidad Media
Frecuencia de la presencia humana	Alta	En el área de estudio es común la presencia humana debido a que en la zona se tienen planeado desarrollos inmobiliarios de este tipo y en los alrededores hay asentamientos humanos.
Singularidades paisajísticas	Baja	No existen singularidades paisajísticas.

IV.4 Diagnóstico ambiental.

El diagnóstico ambiental proporciona una visión general de las características, condiciones y aspectos relevantes del SAR, lo que es fundamental para comprender el contexto en el que se desarrollará el proyecto y para establecer estrategias de gestión ambiental efectivas.

El análisis y la evaluación de las características de los elementos abióticos, bióticos y socio-económicos que giran en torno al SAR del proyecto permiten visualizar el siguiente diagnóstico ambiental del SAR y del proyecto en su conjunto:

Tabla IV.63. Diagnóstico ambiental del SAR en donde se encuentra el proyecto

Aspecto o componente	Descripción
Delimitación del sistema ambiental regional	
UBICACIÓN GEOGRAFICA	El SAR del proyecto se encuentra inmerso dentro de los municipios de La Corregidora y Huimilpan.
ZONIFICACIONES POLÍTICAS Y REGULACIÓN DE LOS ORDENAMIENTOS TERRITORIALES APLICABLES	El SAR se encuentra en tres Programas de Ordenamiento Territorial: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ), Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Corregidora (POELMC) y Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Huimilpan (POEH). El SAR se encuentra inmerso completamente dentro de la región ecológica 18.20 (UAB 52. llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo y UAB 55 Sierras mil Cumbres), de igual forman se ubican en las UGA_214, UGA_215, UGA_223, UGA_238, UGA_241 y UGA_243 del POEREQ, UGA 18 Joaquín Herrera y 29 Bordo Ascensión del POELMC y en la UGA No.2. Zona Urbana de Huimilpan, UGA No. 15. Sur-Poniente y UGA 19. Tepuzas-San Pedro del POEH.
USOS DE SUELO Y TIPOS DE VEGETACIÓN	En cuanto a los usos y tipos de vegetación imperante dentro del SAR, de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI (2018) indica que dentro del SAR existen cinco usos antropogénicos asociados a actividades agrícolas, pecuarias y agropecuarias tales como la agricultura de temporal anual, cuerpos de agua, agricultura de temporal anual, pastizal inducido y asentamientos humanos. Asimismo, también se encuentran bien representada principalmente la vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC), Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ), Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule (VSa/MC). En relación a las condiciones generales que se aprecian en la zona, forma parte de un paisaje altamente fragmentado, con diversos usos de suelo, propias de las

Aspecto o componente	Descripción
	actividades productivas de la región y solamente existe vegetación antes mencionadas.
ÁREA DE INFLUENCIA Y ÁREAS DE AFECTACIÓN	El área de influencia es el espacio de referencia donde se podrán percibir los efectos generados por las actividades y obras propias del proyecto con base en sus particularidades. Considerando la diversidad de posibles impactos, tales como los efectos físicos, visuales, auditivos y biológicos, se delimita un espacio que abarque los efectos significativos derivados del proyecto, facilitando una evaluación más precisa de sus consecuencias. De esta forma se establece que el área de influencia total del proyecto se extenderá en un radio de 1000 metros a partir del predio del proyecto, tal como siguen: • Contaminación acústica (Ruido) a 1000 m en el cual se continua con el desplazamiento de la fauna silvestre, principalmente mamíferos medianos y grandes, y aumento de las hormonas del estrés. • Contaminación acústica (Ruido) a 500 m en el cual se continua con el desplazamiento de la fauna silvestre, principalmente mamíferos medianos. • Contaminación acústica (Ruido) y Contaminación lumínica a 250 m en el cual se produce mayor desplazamiento de la fauna de los mamíferos pequeños y medianos, y aumento de las hormonas del estrés por el ruido. Por su parte, en algunas ocasiones por el cambio de horario tiende a anochecer más temprano, y por lo tanto se encenderán las luces de algunos vehículos que maniobran sobre el área de construcción y colindantes, impactan negativamente a la fauna silvestre. Algunos animales tienden a alejarse de las luces artificiales; mientras que, otros pueden ser atraídos por las luces. • Contaminación acústica (Ruido) y Contaminación por Residuos (Afectación física) a 80 m en el cual se produce mayor desplazamiento de la fauna en general, reducción de áreas de actividad y un bajo éxito reproductivo, lo que está asociado a pérdida del oído, aumento de las hormonas del estrés, comportamientos alterados e interferencias en la comunicación durante la época reproductiva de la fauna silvestre. Asimismo, dentro de esta distancia del proyecto se pueden presentar la presencia de residuos, como latas, vidrio, cascajo, llantas, y otros, que pueden favorecer la presencia a algunos animales, como roedores, insectos y lagartijas, lo que puede traer a otro tipo de fauna, ocasionando un incremento en el índice de daño. • Contaminación por Residuos (Afectación biológica) a 40 m, en la cual residuos arrojados desde los

Aspecto o componente	Descripción
	vehículos que entran y salen del área del proyecto, y el personal que labora o bien tiraderos clandestinos pueden generar impactos negativos de distinta índole, favoreciendo la generación de fauna nociva en la zona. Esto ocasionaría un incremento de fauna atropellada de animales atraídos por restos orgánicos e incluso podría representar un problema de seguridad vial, presencia de especies exóticas u oportunistas y problemas de salud humana por la presencia de vectores de enfermedades. • Efecto de borde y afectaciones diversos (Contaminación por Residuos, Contaminación lumínica y acústica, afectaciones directas de la obra) a 20 m, en la que las actividades directas de la construcción afectan al ambiente en general, se dan cambios en el microclima del área de estudio como producto del efecto de borde con mayor temperatura, menor humedad, mayor radiación y mayor susceptibilidad al viento, se presentan mayor contaminación lumínica y de ruido, mayor generación de residuos, entre los más importantes. En esta amplitud es donde se requiere una mayor supervisión ambiental con la idea de convertir a las obras en proyectos sustentables. Esta área de influencia se encuentra en buena representación para los posibles impactos importantes del proyecto sobre el SAR. Asimismo, este último se encuentra en muy buena representación de los principales atributos que serán afectados y no se prevé corra riesgo, ya que existe suficiente capacidad de carga en el SAR de referencia.
DETERMINACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	Para la delimitación del SAR del proyecto fue usada la siguiente metodología: • Análisis de las principales características operativas del proyecto y sus etapas de desarrollo. • Revisión de los criterios y análisis utilizados para la delimitación del SAR establecidos en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (SEMARNAT, 2022). • Identificación y análisis de los Programas de Ordenamientos Ecológicos Territoriales (POET) federales, estatales y regionales vigentes en el área del proyecto, consultándose en las plataformas digitales del Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE) y el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).

Aspecto o componente	Descripción
	• Análisis cartográfico para la identificación de la procedencia de la delimitación del SAR mediante lo establecido por las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) de los ordenamientos ecológicos identificados y prioritarios a considerar. • Selección de criterios y su prioridad para la delimitación del SAR del caso de estudio con base a las características ambientales del sitio (mediante análisis de cartas temáticas clima, suelo, topografía, hidrografía, Carta de Uso de Suelo y Vegetación (CUSyV) Serie VII, etc) e infraestructura antropogénica. • Delimitación del área del SAR para caso de estudio mediante trasposición cartográfica mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) tales como el software Arcgis Versión 10.8 (Esri Inc., 1999-2019) y Qgis Versión 3.34.11 (Free Software Foundation, Inc., 1989-1991). La metodología utilizada para la delimitación del SAR fue el ensayo cartográfico en el cual se incluyen los límites externos de los factores en común y de mayor importancia para el proyecto mediante el apoyo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) tales como Arcgis Versión 10.8 (Esri Inc., 1999-2019) y Qgis Versión 3.34.11 (Free Software Foundation, Inc., 1989-1991). La delimitación del SAR equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. El SAR delimitado tiene una superficie de 127,378,778.32 m^2 (12737.87783 ha) el cual incluye una serie de elementos técnicos y factores ambientales de gran importancia y con una buena representatividad dentro de la línea base (SAR) del proyecto. Adicionalmente, se considera que esta extensión es adecuada para abarcar las principales características políticas, biofísicas y socioeconómicas que le otorgan una identidad al sitio de referencia.
Caracterización del sistema ambiental	
CLIMA	Dentro del SAR del proyecto existen y convergen al menos 2 tipos (Cw0 y Cw1). Cw1. Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12oC y 18oC, temperatura del mes más frio entre -3oC y 18oC y temperatura del mes más caliente bajo 22oC. Cw0. Templado, subhumedo, temperatura media anual entre 12oC y 18oC, temperatura del mes más frio entre -3oC y 18oC la temperatura del mes más caliente bajo 22oC.

Aspecto o componente	Descripción
	El área del proyecto dentro del SAR se encuentra inmerso en únicamente un tipo Cw0.
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Dentro del SAR del proyecto se encuentran muy bien representadas las rocas sedimentarias del Periodo Terciario y Cuaternario con un 97.8% y 2.2% de representatividad, respectivamente. Asimismo, el área donde se pretende desarrollar el proyecto dentro del SAR se asienta sobre rocas sedimentarias calizas de origen terciario neógeno, la cual se define por ser carbonatadas, permeables y estructuralmente heterogéneas, ofrecen buenas condiciones de almacenamiento y flujo para el acuífero kárstico, lo que significa un alto rendimiento hidráulico local. Asimismo, el SAR se encuentra geomorfológicamente dentro de unidades mayores referidos como planicies estructurales (79.4%) y planicies de acumulación (20.6%). El presente proyecto dentro del SAR se encuentra ocupando las planicies estructurales únicamente.
SEQUÍAS	En relación con este fenómeno, es importante señalar que las sequías se presentan con mayor intensidad y frecuencia en la región norte y centro-norte de México, donde las condiciones climáticas y la variabilidad de las precipitaciones incrementan su recurrencia e impacto. De acuerdo con la distribución nacional de este fenómeno, los estados que históricamente registran los mayores niveles de afectación, en orden decreciente de severidad, son Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala
SUELOS	De acuerdo a la cartografía edafológica Serie II del INEGI (2024) indica que el SAR del proyecto se encuentra compuesto por dos usos o atributos distinto a los suelos (cuerpo de agua y localidad) y tres tipos de suelo tales como Leptosol, Vertisol y Phaeozem.
GEOHIDROLOGÍA	El municipio de Huimilpan y La Corregidora se encuentra localizado en el Suroeste del estado de Querétaro, forma parte de la Sierra Queretana, misma que pertenece a la Sierra Madre Oriental. En la parte Este, limita con los municipios de Pedro Escobedo, Amealco de Bonfil y una mínima parte de San Juan del Río, al Oeste limita con el municipio de Corregidora y el estado de Guanajuato, en la parte Sur colinda con el municipio de Amealco de Bonfil y los estados de Michoacán de Ocampo y Guanajuato; al Norte colinda con los municipios de El Marqués, Querétaro y Pedro Escobedo.
Medio biológico	
VEGETACIÓN Y FLORA	Como se ha señalado con anterioridad, dentro del SAR se encuentra una gran extensión de terreno en donde se lleva

Aspecto o componente	Descripción
	a cabo desde décadas una serie de usos relacionados a la práctica de actividades agropecuarias e influencia urbana. Asimismo, dentro del SAR se encuentran tres tipos de vegetación (vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC), Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ), Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule (VSa/MC)). Las principales amenazas dentro del SAR son principalmente los fenómenos naturales extremos como los huracanes, heladas, granizadas, sequias y las antrópicas relacionadas a las actividades agropecuarias que día con día requieren mayor superficie de terreno para su práctica., y también la influencia urbana que trae una serie afectaciones al entorno. El proyecto dentro del SAR únicamente afectará una cobertura vegetal asociada a los usos agrícola.
FAUNA	En cuanto a la fauna se señala que la diversidad alfa fue evaluada mediante el índice de Shannon-Wiener (H'), el cual integra la riqueza específica y la abundancia relativa de las especies registradas. Este índice constituye uno de los indicadores ecológicos más utilizados para evaluar el estado de conservación de una comunidad biológica, ya que valores elevados reflejan comunidades más diversas y con una distribución más equitativa de los individuos entre las especies. En conjunto con las curvas de acumulación de especies, cuyos coeficientes de determinación alcanzan valores cercanos a la unidad, los resultados evidencian que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la fauna presente en el SAR. La estabilización de las curvas indica que la probabilidad de registrar un número considerable de especies adicionales mediante un mayor esfuerzo de muestreo es baja, por lo que los valores del índice de Shannon obtenidos pueden considerarse representativos de la comunidad faunística evaluada. Desde una perspectiva ecológica, la diversidad registrada sugiere que, aunque el paisaje presenta una modificación histórica por actividades agropecuarias, aún conserva condiciones que permiten mantener comunidades faunísticas funcionales y procesos ecológicos asociados, particularmente en aquellas especies que utilizan los agroecosistemas como áreas de alimentación, refugio o desplazamiento.
Medio perceptual	
VISIBILIDAD	En términos de infraestructuras, actualmente no se ha identificado la presencia de construcciones o instalaciones humanas propias de las actividades productivas y de la urbanidad presente dentro del SAR. Este ha sido utilizado previamente para actividades agrícolas, pecuarias y

Aspecto o componente	Descripción
	agropecuarias, principalmente. Por lo tanto, se puede afirmar que la visibilidad en sitio del proyecto, no es significativamente vulnerable. Esta misma condición es la que prevalece en el predio en donde se pretende el proyecto.
CALIDAD DEL PAISAJE	En cuanto a los usos de suelo y vegetación, se observan en el SAR diversos asociados a la agricultura, actividad pecuaria y agropecuaria; pero, también se encuentran al menos tres tipos de vegetación (vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC), Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ), Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule (VSa/MC)). En este sentido, dentro del SAR se reconoce una pérdida de la calidad paisajística debido al proceso de fragmentación que ha prevalecido desde décadas hasta la actualidad. La condición anterior es similar a la presente en el predio del proyecto, en donde se encuentran usos principalmente agrícolas, pecuarios y agropecuarios. Asimismo, se encuentra un solo tipo de vegetación, vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia. Esta área, como en el SAR se encuentra con señales de afectación, baja calidad paisajística y fragmentación.
Medio socioeconómico	
DEMOGRAFÍA	El municipio de Corregidora es uno de los más dinámicos del estado de Querétaro debido a su integración con la Zona Metropolitana de Querétaro. Aunque representa únicamente alrededor del 2.1 % de la superficie estatal (245.8 km²), concentra una elevada densidad de población y un importante crecimiento urbano derivado de la expansión habitacional, comercial e industrial. De acuerdo con las cifras oficiales, la población del municipio asciende a 212,567 habitantes, de los cuales aproximadamente 48.5 % son hombres y 51.5 % mujeres. Este municipio registró un crecimiento demográfico cercano al 48.6 % entre 2010 y 2020, consolidándose como uno de los municipios con mayor incremento poblacional del estado. El municipio de Huimilpan posee una superficie mayor que Corregidora, pero una población considerablemente menor, manteniendo un carácter predominantemente rural, con actividades agropecuarias y un crecimiento urbano moderado. La población total es de 36,808 habitantes, integrada por aproximadamente 47.1 % hombres y 52.9 % mujeres. En

Aspecto o componente	Descripción
	comparación con el Censo de 2010, el crecimiento poblacional fue de aproximadamente 3.5 %, reflejando un incremento mucho más moderado que el observado en los municipios metropolitanos del estado.
ECONOMÍA	l municipio de Corregidora forma parte de la Zona Metropolitana de Querétaro y posee una economía predominantemente orientada a los sectores secundario y terciario. La cercanía con la capital estatal ha favorecido el establecimiento de industrias manufactureras, parques industriales, comercios y empresas de servicios profesionales, financieros, educativos y de salud, convirtiéndolo en uno de los municipios con mayor dinamismo económico del estado. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, la población de 12 años y más fue de aproximadamente 168 mil personas, de las cuales alrededor del 60 % integraba la Población Económicamente Activa (PEA). La mayor parte de esta población se encontraba ocupada, reflejando un elevado nivel de participación laboral y una baja proporción de desocupación. El municipio de Huimilpan presenta una economía con mayor vocación agropecuaria, aunque durante los últimos años ha mostrado un crecimiento gradual de las actividades comerciales y de servicios debido a su cercanía con la Zona Metropolitana de Querétaro. Su estructura productiva combina actividades primarias tradicionales con pequeñas unidades económicas dedicadas al comercio y los servicios. Conforme al Censo de Población y Vivienda 2020, la población de 12 años y más fue cercana a 29 mil habitantes, de los cuales aproximadamente la mitad conformaba la Población Económicamente Activa (PEA), presentando altos niveles de ocupación laboral.
EDUCACIÓN	El municipio de Corregidora presenta uno de los niveles educativos más altos del estado de Querétaro, resultado de su integración con la Zona Metropolitana de Querétaro y de la amplia oferta de instituciones educativas públicas y privadas. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 11.4 años, equivalente a estudios de educación media superior prácticamente concluidos, ubicándose entre los municipios con mayor escolaridad de la entidad. La población cuenta con una elevada cobertura de educación básica, media superior y superior, observándose una importante proporción de habitantes con estudios de bachillerato y licenciatura. Estas condiciones reflejan un alto nivel de desarrollo social y

Aspecto o componente	Descripción
	favorecen la disponibilidad de mano de obra calificada para las actividades industriales, comerciales y de servicios que predominan en el municipio. En contraste, el municipio de Huimilpan presenta un perfil educativo característico de un municipio con predominio rural. Según el Censo de Población y Vivienda 2020, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 7.0 años, equivalente aproximadamente al primer año de educación secundaria. Aunque este indicador muestra una mejora respecto a censos anteriores, permanece por debajo del promedio estatal. La distribución del nivel educativo muestra que la mayor parte de la población de 15 años y más cuenta con educación primaria (43.1 %) y secundaria (39.5 %), mientras que una menor proporción ha cursado educación media superior y superior. Asimismo, la tasa de analfabetismo fue de 8.29 % en 2020, valor superior al observado en los municipios metropolitanos del estado.
VIVIENDA, SERVICIOS PÚBLICOS Y EQUIPAMIENTO	El municipio de Corregidora registró en 2020 un total de 64,356 viviendas particulares habitadas, lo que refleja su consolidación como uno de los principales centros urbanos del estado de Querétaro. La mayor parte de las viviendas corresponde a construcciones permanentes ubicadas en desarrollos habitacionales con acceso a infraestructura urbana y servicios básicos. Asimismo, el municipio cuenta con una amplia infraestructura de apoyo a la población, integrada por instituciones educativas de todos los niveles, unidades médicas, centros comerciales, espacios deportivos, áreas recreativas, equipamiento cultural y una red vial que facilita la conectividad con la ciudad de Querétaro y los municipios metropolitanos. El municipio de Huimilpan registró 10,857 viviendas particulares habitadas en el Censo de Población y Vivienda 2020. La distribución de las viviendas se caracteriza por una importante presencia de localidades rurales y pequeñas comunidades, donde predominan viviendas unifamiliares asociadas a actividades agropecuarias. El equipamiento urbano del municipio está conformado por escuelas de educación básica y media superior, centros de salud, oficinas administrativas, instalaciones deportivas, mercados y comercios locales, complementándose con los servicios especializados disponibles en la Zona Metropolitana de Querétaro.
SALUD	El municipio de Corregidora cuenta con una infraestructura de salud consolidada como resultado de su integración a la Zona Metropolitana de Querétaro. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, aproximadamente 79 % de la población se encontraba afiliada a alguna

Aspecto o componente	Descripción
	institución de servicios de salud, mientras que el resto no contaba con afiliación al momento del levantamiento censal. La población derechohabiente recibe atención principalmente a través del IMSS, ISSSTE, los servicios estatales de salud y otras instituciones públicas y privadas. La infraestructura disponible comprende hospitales generales, unidades de medicina familiar, clínicas, consultorios de atención general y especializada, laboratorios, consultorios dentales y servicios privados, los cuales se concentran tanto en el municipio como en la ciudad de Querétaro, permitiendo una adecuada cobertura para la atención médica de la población. El municipio de Huimilpan presenta una cobertura de servicios de salud menor que la observada en los municipios metropolitanos. Conforme al Censo de Población y Vivienda 2020, alrededor de dos terceras partes de la población estaban afiliadas a algún servicio de salud, mientras que una proporción importante carecía de afiliación al momento del censo. La atención médica se brinda principalmente mediante unidades de primer nivel pertenecientes a los servicios estatales de salud, además de la cobertura proporcionada por el IMSS, ISSSTE y otras instituciones. La infraestructura de salud está integrada por centros de salud y unidades médicas de consulta externa distribuidas en la cabecera municipal y en algunas localidades, mientras que los servicios hospitalarios de segundo y tercer nivel son atendidos principalmente en la ciudad de Querétaro. Esta situación es común en municipios con predominio rural y se complementa mediante la referencia de pacientes hacia hospitales regionales.

En conclusión, con base en toda la información antes vaciada se identifica que la zona definida como el SAR del proyecto se caracteriza por la presencia de múltiples actividades antropogénicas que han generado cambios e impactos en el entorno natural. Las condiciones generales que se aprecian en la zona, reafirman que forma parte de un paisaje fragmentado y con un estado de conservación considerado como En Peligro. Las tendencias de desarrollo en el SAR incluyen el crecimiento de los asentamientos humanos, y el aumento de la intensidad en la ejecución de actividades productivas agrícolas y pecuarias y diversificación productiva que incrementan el cambio de uso de suelo natural.

Es fundamental tomar en cuenta la influencia de los asentamientos humanos en la zona. Entre ellos, el más significativo en términos de tamaño poblacional, dimensión y cercanía, es la cabecera de los municipios de La Corregidora y de Huimilpan. El

crecimiento constante de estos municipios ha resultado en un proceso de urbanización y desarrollo de infraestructura vial, comercial y de servicios, así como a una constante demanda de recursos y servicios para satisfacer las necesidades de la población. Esto propicia la ocupación del suelo con diversos propósitos y, por ende, ha generado impactos en el entorno y la calidad de ambiental.

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS YRESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

elawan energy
AN ORIX COMPANY



2026

BALAM
PROYECTOS ECOLOGICOS

entos de

CONTENIDO

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS YRESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 3

V.1 Identificación de impactos. 3

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 3

V.2 Caracterización de los impactos. 11

V.2.1 Caracterización de los impactos. 15

V.3 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 16

V.4 Impactos acumulativos. 25

V.5 Impactos residuales. 28

V.6 Impactos sinérgicos. 29

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS YRESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

V.1 Identificación de impactos.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Para el presente capítulo se utilizará la metodología de Conesa-Fernández (1997), que establece que en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término, se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, en el capítulo siguiente, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, se deben diferenciar los elementos del proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo.
- Acciones que implican emisión de contaminantes.
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos.
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos.
- Acciones que implican sub-explotación de recursos.
- Acciones que actúan sobre el medio biótico.
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje.
- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras.
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

Los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico.

El Medio Físico incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado con respecto al impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toman en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando este es el caso, se puede adoptar el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo enumerado a continuación:

- **Extensión:** área de influencia en relación con el entorno.
- **Complejidad:** compuesto de elementos diversos.
- **Rareza:** no frecuente en el entorno.
- **Representatividad:** carácter simbólico. Incluye carácter endémico.
- **Naturalidad:** natural, no artificial.
- **Abundancia:** en gran cantidad en el entorno.
- **Diversidad:** abundancia de elementos distintos en el entorno.
- **Estabilidad:** permanencia en el entorno.
- **Singularidad:** valor adicional por la condición de distinto o distinguido.
- **Irreversibilidad:** imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración.
- **Fragilidad:** endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor.
- **Continuidad:** necesidad de conservación.
- **Insustituibilidad:** imposibilidad de ser reemplazado.
- **Clímax:** proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso.
- **Interés ecológico:** por su peculiaridad ecológica.
- **Interés histórico-cultural:** Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural.
- **Interés individual:** por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante).

- **Dificultad de conservación:** dificultad de subsistencia en buen estado.
- **Significación:** importancia para la zona del entorno.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

Lista indicativa de indicadores de impacto.

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada. Con esta matriz se mide el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado, es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el valor mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto. Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:

I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)

Dónde:

I = Importancia del impacto
± = Signo
IN = Intensidad
EX = Extensión
MO = Momento
PE = Persistencia
RV = Reversibilidad
SI = Sinergia
AC = Acumulación
EF = Efecto
PR = Periodicidad
MC = Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en la tabla siguiente.

Tabla V. 1 Importancia del Impacto.

Naturaleza		**Momento (MO)**	
Impacto beneficioso	+	Largo plazo	1
Impacto perjudicial	-	Medio plazo	2
Intensidad (IN)		Inmediato	4
Baja	1	Critico	(+4)
Media	2	**Persistencia (PE)**	
Alta	4	Fugaz	1
Muy alta	8	Temporal	2
Total	12	Permanente	4
Extensión (EX)		Reversibilidad (RV)	
Puntual	1	Corto plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Irreversible	4
Total	8	**Sinergia (SI)**	
Critica	(+4)	Sin sinergismo	1
Acumulación (AC)		Sinérgico	2
Naturaleza		**Momento (MO)**	
Simple	1	Muy sinérgico	4
Acumulativo	4	**Periodicidad (PR)**	
Efecto (EF)		Irregular y discontinuo	1
		Periódico	2
Indirecto	1	Continuo	4
Directo	4	**Importancia (I)**	
Recuperabilidad (MC)		I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	
De manera inmediata	1		
A mediano plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

A fin de clarificar el significado de las características expresadas y sus valores, se describe a continuación cada una de ellas.

Signo. El signo hace referencia al carácter benéfico (**+**) o perjudicial (**-**) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (**x**), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

Intensidad. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 <expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

Extensión. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto. Esta característica se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

Momento. El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, Largo Plazo.

Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

Persistencia. Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

Reversibilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el

efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable, pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

Sinergia. Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que acabaría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.
Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

Acumulación. Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

Efecto. Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

Periodicidad. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

Criterios y metodologías de evaluación.
Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa, con base en la importancia ***Ii*** de los efectos que cada Acción ***Ai*** de la actividad produce sobre cada factor del medio ***Fj.*** El modelo contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas (***IRi***), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas. Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas (***IRj***), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel. Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior. Este tipo de efectos (***IRPj***), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales (***IRj***) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (IRi) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

Valoración absoluta.

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (***Ii***), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones.
De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (***Ij***), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad. De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (***IPj***), obtenidos en este caso por suma algebraica. Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (***Ij***), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma

algebraica de todas las columnas. No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales.

Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

Análisis del modelo.

Continuando con Conesa-Fernández (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

La importancia total ***Ii***, de los efectos debidos a cada acción i
Ii = ***Σjlij***
La importancia total ponderada IRi, de los mismos
IRi = ***Σjlij • Pj/ΣjPj***
La importancia total Ij, de los efectos causados a cada factor j
Ij = ***Σilij***
La importancia total ponderada IRj, de los mismos
IRj = ***Σilij • Pj/ΣjPj***
La importancia total I, de los efectos debidos a la actuación
I = ***Σilj*** = ***Σil'i*** + ***IP*** = ***I'*** + ***IP***
La importancia total ponderada ***IR***, de los mismos
IR = ***ΣjlRj*** = ***Σjl'Ri*** + ***IPR*** = ***I'R*** + ***IPR***

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En la tabla siguiente se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

Factores	UIP	Situación 1							Situación 2									
		Acciones					n + 1		Acciones				n + 1	n + 2		n + 3		
							Total						Total	Total efectos permanentes de la Sit. 1		Importancia total		
		1 A_1	2 A_2	i A_i	n A_n		1 Ab.	2 Rel.	1 A_1	2 A_2	i A_i	n A_n	1 Ab.	2 Rel.	1 Ab.	2 Rel.	1 Ab.	2 Rel.
F_1	P_1																	
F_2	P_2																	
F_j	P_j			I_{ij}	I_{nj}		I_j	I_{RJ}			I'_{ij}	I'_{nj}	I'_j	I'_{Rj}	I_{Pj}	I_{RPj}	I_j	I_{RJ}
F_m	P_m																	
Total	Absoluto			I_i			I	-			I'_i			-	I'	-	I	-
	Relativo			I_{Ri}			-	I_R			I'_{Ri}		-		-	I'_R	-	I_R

Fuente: Conesa Fernández, 1997.

Ab. = Importancia absoluta; Rel. = Importancia relativa

$I_i = \sum_j I_{ij} I_{Ri} = \sum_j I_{ij} \bullet P_j/\sum P_j$ $I_j = \sum_j I_{ij} I_{Rj} = \sum_j I_{ij} \bullet P_j/\sum P_j$ $I_{Pj} = \sum_{i<n} I_{pij}$ $I_{RPj} = \sum_{i<n} I_{rpij}$ $I_j = I'_j + I_{Pj}$ $I_{Rj} = I'_{Rj} + I_{RPj}$

Figura IV. 1 Ejemplo esquemático de una Matriz de Importancia.

Una vez identificados los impactos potenciales y siguiendo la metodología de Conesa-Fernández, se califica el valor de importancia de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto. La metodología utilizada presenta una escala de valores que permiten calificar los impactos identificados, donde los valores inferiores a 25 son compatibles, aquellos que se encuentren entre 25 y 50 se consideran moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

Tabla V. 2 Valores de importancia del Impacto.

NIVELES DE IMPACTO	
Ambiental Compatible	(<25)
Ambiental Moderado	(25-50)
Ambiental Severo	(50-75)
Ambiental crítico	(> 75)

La puesta en marcha del proyecto modificará la situación actual del área donde se ubicará, debido a la:

- Afectación del suelo (características físico-químicas).
- Afectación en la calidad del agua.
- Calidad del aire (Generación de ruido y generación de emisiones a la atmosfera).
- Generación de residuos.
- Afectación flora y fauna.
- Proveer de empleos a los pobladores cercanos.

V.2 Caracterización de los impactos.

Las características físicas y biológicas del área en donde se pretende desarrollar el proyecto, serán modificadas debido a la pérdida de la cobertura vegetal y del suelo. Los impactos ambientales que se presentarán en el sitio del proyecto durante las actividades de la construcción se consideran como se describe a continuación:

Para la preparación del sitio:

Durante la preparación del sitio se presentarán impactos de mayor intensidad, debido a que será necesario ejecutar acciones de desmonte y despalme, del área donde se realizará la instalación y operación de un parque fotovoltaico. Lo anterior se manifestará en la eliminación de la vegetación existente, lo cual a su vez repercutirá invariablemente en la fauna silvestre asociada a ésta. Se podría inferir que la fauna podría desplazarse a las áreas circunvecinas del predio en donde se desarrollará el proyecto. De igual modo el proyecto mantendrá áreas verdes y esto propiciará que las especies que migren puedan adaptarse rápido y a su vez, brindarán oportunidades de alimentación, reproducción, refugio y descanso.



Figura IV. 2 Ejemplificación de las afectaciones por la preparación del sitio.

Para la operación:

Durante la etapa de operación del camino de acceso se considera que existirá tránsito de vehículos y maquinaria pesada, desde y hacia el proyecto Las actividades de mayor impacto serán las relativas a las emisiones atmosféricas que modificarán en forma temporal la calidad del aire, la emisión de partículas y polvos que podrán desprenderse durante el movimiento de vehículos, además de que se incidirá en la calidad natural del sonido, igualmente por las causas antes mencionadas.



Figura IV. 3 Ejemplificación de las afectaciones de la construcción y operación de un proyecto fotovoltaico.

Para la etapa abandono:

No se considera una etapa de abandono para el proyecto, ya que se le dará mantenimiento periódico al área para su uso.

Tabla V. 3 Identificación de los efectos en el sistema ambiental.

IMPACTOS	**MEDIO FÍSICO**	• Suelo (Características fisicoquímicas, estructura y calidad). • Agua (Afectación en la calidad del agua). • Calidad del Aire (Generación de Ruido y generación de emisiones a la atmosfera).
	MEDIO BIÓTICO	▪ Afectación a la Flora (Cobertura, especies endémicas y protegidas). ▪ Afectación a la Fauna (Microfauna, fauna mediana y especies protegidas).

		▪ Modificación del paisaje (Calidad escénica).
	MEDIO SOCIAL	▪ Generación de empleos (Demanda de bienes).

V.2.1 Caracterización de los impactos.

Las afectaciones directas del proyecto al ambiente son principalmente sobre el área de preparación del terreno y operación del proyecto; así como, sus colindancias inmediatas.

Las principales afectaciones que detectan por actividades propias del proyecto son:

a) **Suelo** (características fisicoquímicas, estructura y calidad): Los impactos que se generarán serán en su mayoría negativos y permanentes, ya que las acciones de construcción, no permitirán la renovación del suelo (perdida del suelo) que fue removido desde la etapa de preparación del sitio y que, dadas las características propias de las áreas de compactación, serán de manera temporal. En el proyecto la eliminación de la vegetación y la realización de cortes y rellenos, propiciarán que la zona sea plana completamente. Generación de residuos: Este impacto puede ser debido a que, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, se generará residuos sólidos urbanos derivados por la presencia de trabajadores en el área del proyecto, por lo que podrían afectar la calidad del suelo principalmente.

b) **Agua.** Afectación en la calidad del agua: La calidad del agua subterránea, recibirá un impacto negativo, aunque poco significativo durante la compactación del terreno, ya que evitará el paso libre del oxígeno y nutrientes hacia la parte subterránea del suelo. También se puede ver afectado este recurso, por el manejo imprudencial de combustibles y aceites que ocupa la maquinaria, así como por la mala disposición de aguas residuales durante las diferentes etapas del proyecto. Generación de residuos: Este impacto puede ser debido a que, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, se generará residuos sólidos urbanos derivados por la presencia de trabajadores en el área del proyecto, por lo que podrían afectar la calidad del agua principalmente.

c) **Calidad del aire.** Generación de ruido: Los impactos se generarán de forma negativa y temporal, ya que serán solamente durante la implementación del proyecto. Este impacto será producto del uso de maquinaria y vehículos como volquetes, necesarios durante las etapas de preparación del sitio, así como en la de construcción. Generación de emisiones a la atmósfera: Los impactos que recibirá este rubro, serán en su mayoría negativos, aunque temporales; esto se debe principalmente; a que materiales varios se levantan del suelo como resultado del desmonte y el despalme realizado durante la etapa de preparación del sitio. Asimismo, del polvo que se produce durante la etapa de construcción. Por otro lado, el tránsito vehicular (maquinaria) requerida para estos trabajos, funciona con diésel, el cual emite gases contaminantes y partículas de polvo, por lo que se afectará de manera temporal la calidad del aire.

d) **Afectación a la flora** (cobertura, especies endémicas y protegidas): Los impactos que se producirán serán en su totalidad negativos y permanentes, debido a la remoción de la cobertura vegetal durante el desmonte. Sin embargo, con la permanencia de las áreas sin proyecto (áreas con suelo natural y

vegetación nativa circundante al área se espera compensar en la medida de lo posible este impacto.

e) Afectación a la fauna (microfauna, fauna mediana y especies protegidas): Los impactos serán negativos y temporales, ya que, durante la etapa de preparación del sitio, éstos serán ahuyentados o reubicados de sus nichos naturales hacia nuevos hábitats para resguardo.

f) Modificación del paisaje (calidad escénica): Durante la etapa de preparación del sitio, se producirán impactos negativos y permanentes, ya que serán ocasionados por la eliminación de la vegetación nativa, para el establecimiento del área urbana.

g) Generación de empleos (demanda de bienes): Los empleos que generarán el proyecto, es uno de los impactos positivos durante el mismo, ya que se contratarán habitantes de las comunidades más cercanas para la elaboración de las distintas acciones que se llevarán a cabo durante el proyecto. Por otra parte, en cuanto a los servicios, estos serán requeridos según las necesidades del proyecto. En las cercanías del área se localizan centros de distribución de combustibles, así como de energía eléctrica. Y en cuanto a los servicios de salud, estos se localizan en la cabecera municipal y en zonas ubicadas en la localidad.

V.3 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

A continuación, se muestran los valores obtenidos de la matriz de impacto de las diferentes etapas del proyecto, tal como se puede observar a continuación:

Impactos ambientales generados durante la etapa de preparación del sitio.

Tabla V. 4 Matriz de impactos ambientales en la etapa de la preparación del sitio.

Tipología de impactos	Criterios de Evaluación de Impactos		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS						
			Afectación del suelo (erosión de suelo)	Afectación del suelo (potencial contaminación por derrames accidentales de sustancias químicas, residuos peligrosos y no peligrosos en general, y los generados)	Afectación en la calidad y cantidad del agua	Calidad de aire (generación de ruido y generación de emisiones a la atmosfera)	Afectación a la flora	Afectación la fauna	Generación de empleos
Intensidad (IN)	Baja	1		1	1	1			1
	Media	2	2				2	2	

Tipología de impactos	Criterios de Evaluación de Impactos		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS						
			Afectación del suelo (erosión de suelo)	Afectación del suelo (potencial contaminación por derrames accidentales de sustancias químicas, residuos peligrosos y no peligrosos en general, y los generados)	Afectación en la calidad y cantidad del agua	Calidad de aire (generación de ruido y generación de emisiones a la atmosfera)	Afectación a la flora	Afectación la fauna	Generación de empleos
	Alta	4							
	Muy alta	8							
	Total	12							
Extensión (EX)	Puntual	1		1	1	1	1	1	1
	Parcial	2	2						
	Extenso	4							
	Total	8							
	Critica	(+4)							
Momento (MO)	Largo plazo	1							
	Medio plazo	2	2	2	2				2
	Inmediato	4				4	4	4	
	Critico	(+4)							
Persistencia (PE)	Fugaz	1		1	1	1			
	Temporal	2	2				2	2	2
	Permanente	4							
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1		1	1	1			1
	Medio plazo	2	2				2	2	
	Irreversible	4							
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1		1	1	1			
	Sinérgico	2	2						2
	Muy sinérgico	4					4	4	
Acumulación (AC)	Simple	1	1	1	1	1			1
	Acumulativo	4					4	4	
Efecto (EF)	Indirecto	1		1	1	1			
	Directo	4	4				4	4	4
Periodicidad (PR)	Irregular y discontinuo	1		1	1	1			
	Periódico	2							2
	Continuos	4	4				4	4	

Tipología de impactos	Criterios de Evaluación de Impactos		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS						
			Afectación del suelo (erosión de suelo)	Afectación del suelo (potencial contaminación por derrames accidentales de sustancias químicas, residuos peligrosos y no peligrosos en general, y los generados)	Afectación en la calidad y cantidad del agua	Calidad de aire (generación de ruido y generación de emisiones a la atmosfera)	Afectación a la flora	Afectación la fauna	Generación de empleos
Recuperabilidad (MC)	De manera inmediata	1				1			
	A mediano plazo	2	2						2
	Mitigable	4		4	4		4	4	
	Irrecuperable	8							
Naturaleza	Impacto beneficioso	+							+
	Impacto perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	
Importancia (I)	I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)		29	17	17	16	36	36	21
Característica	Ambiental crítico (> 75)								
	Ambiental Severo (51-75)								
	Ambiental Moderado (25-50)		X				X	X	
	Ambiental Compatible (<25)			X	X	X			X

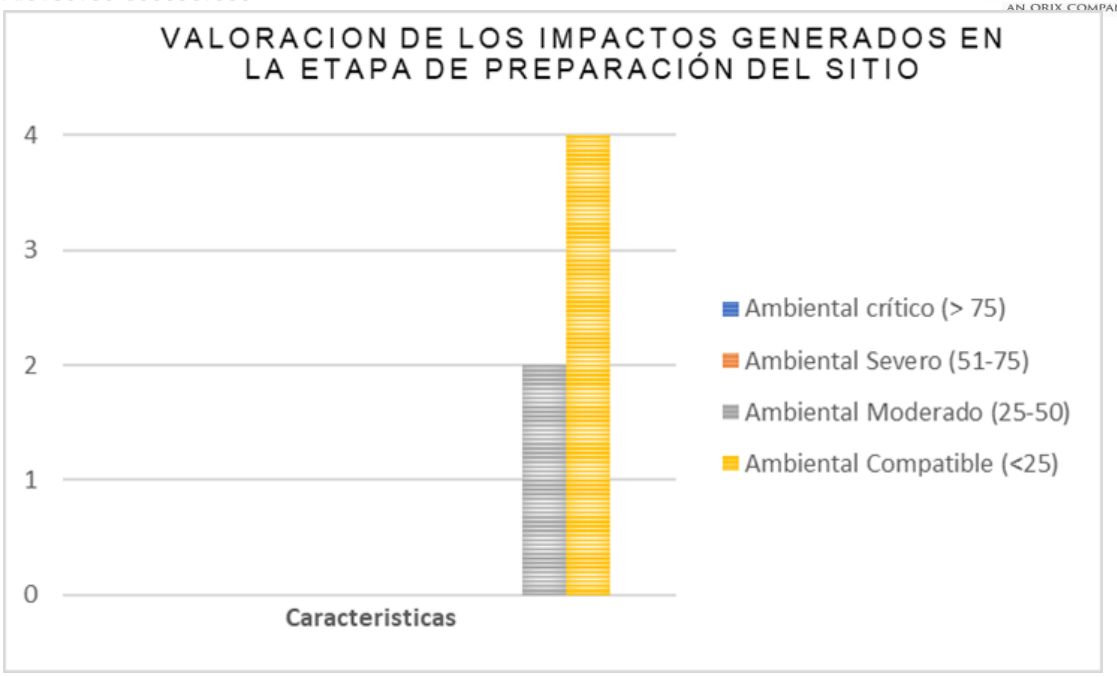


Figura IV. 4 Impactos generados en la etapa de preparación del sitio.

En esta primera etapa del proyecto al dar comienzo con la entrada de maquinaria, vehículos, personal, traslado de material y de herramientas, comienza un cierto grado de generación de residuos, emisión de gases y ruido a la atmosfera, afectación a la calidad del agua, al suelo, a la flora y fauna, aunque, por otra parte, ya comenzará la generación de empleo.

Impactos ambientales generados durante la etapa de construcción del sitio

Tabla V. 5 Matriz de impactos ambientales en la etapa de construcción.

Criterios de Evaluación de Impactos		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS						
		Afectación del suelo (erosión de suelo)	Afectación del suelo (potencial contaminación por derrames accidentales de sustancias químicas, residuos peligrosos y no peligrosos en general, y los generados)	Afectación en la calidad y cantidad del agua	Calidad de aire (generación de ruido y generación de emisiones a la atmosfera)	Afectación a la flora	Afectación la fauna	Generación de empleos
Baja	1			1				
Media	2	2	2		2	2	2	
Alta	4							4
Muy alta	8							
Total	12							

Criterios de Evaluación de Impactos		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS						
		Afectación del suelo (erosión de suelo)	Afectación del suelo (potencial contaminación por derrames accidentales de sustancias químicas, residuos peligrosos y no peligrosos en general, y los generados)	Afectación en la calidad y cantidad del agua	Calidad de aire (generación de ruido y generación de emisiones a la atmosfera)	Afectación a la flora	Afectación la fauna	Generación de empleos
Puntual	1		1	1	1	1	1	
Parcial	2	2						2
Extenso	4							
Total	8							
Critica	(+4)							
Largo plazo	1							
Medio plazo	2	2	2	2				2
Inmediato	4				4	4	4	
Critico	(+4)							
Fugaz	1	1	1	1	1			
Temporal	2					2	2	2
Permanente	4							
Corto plazo	1		1	1	1			1
Medio plazo	2	2				2	2	
Irreversible	4							
Sin sinergismo	1		1	1	1			
Sinérgico	2	2						2
Muy sinérgico	4					4	4	
Simple	1	1	1	1	1			1
Acumulativo	4					4	4	
Indirecto	1		1	1	1			
Directo	4	4				4	4	4
Irregular y discontinuo	1		1	1	1			
Periódico	2							2
Continuos	4	4				4	4	
De manera inmediata	1				1			
A mediano plazo	2	2						2
Mitigable	4		4	4		4	4	
Irrecuperable	8							
Impacto beneficioso	+							+

Criterios de Evaluación de Impactos		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS						
		Afectación del suelo (erosión de suelo)	Afectación del suelo (potencial contaminación por derrames accidentales de sustancias químicas, residuos peligrosos y no peligrosos en general, y los generados)	Afectación en la calidad y cantidad del agua	Calidad de aire (generación de ruido y generación de emisiones a la atmosfera)	Afectación a la flora	Afectación la fauna	Generación de empleos
Impacto perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	
I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)		28	20	17	19	36	36	32
Ambiental crítico (> 75)								
Ambiental Severo (51-75)								
Ambiental Moderado (25-50)		X				X	X	X
Ambiental Compatible (<25)			X	X	X			

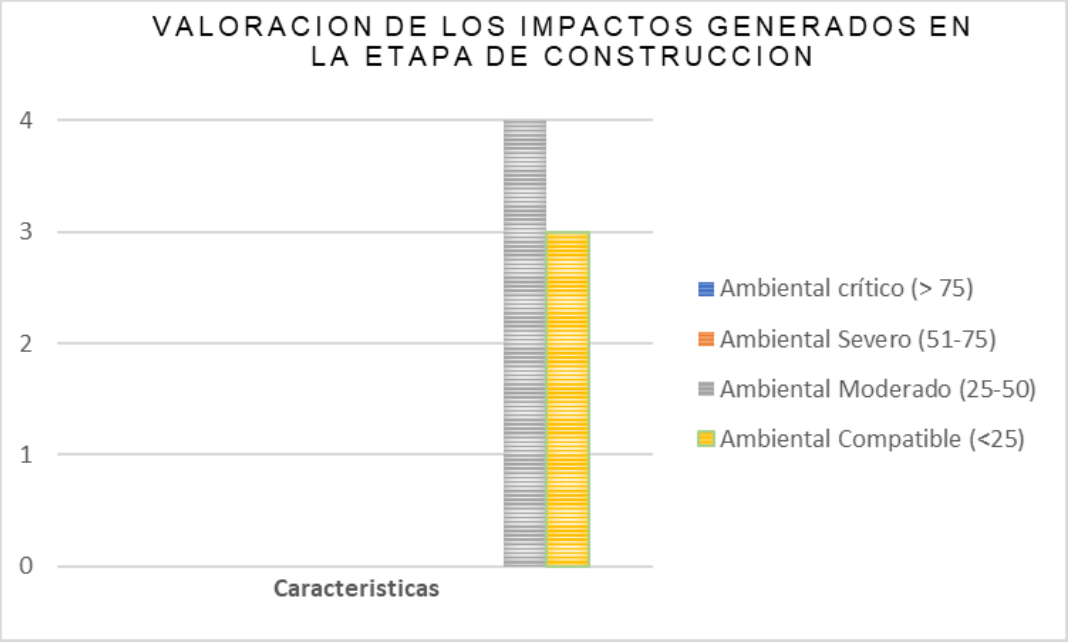


Figura IV. 5 Impactos generados en la etapa de construcción.

Por último, se construirá un almacén en el que se depositarán insumos, instrumentos y materiales que serán necesarios para el trabajo, junto a este almacén se construirá una zona de resguardo para las maquinarias y vehículos. Por lo que el movimiento de

vehículos y personal, y por lo tanto la generación de ruido y emisión de gases a la atmosfera, encuentros con fauna silvestre, generación de residuos sólidos serán en mayor probabilidades y proporción que en la etapa anterior y posterior a esta para esto se desarrollará un Programa de protección, conservación rescate y reubicación de flora y fauna silvestre (Ver Anexo 06 de este estudio técnico).

En cuanto a la generación de residuos se colocarán depósitos de basura en sitios estratégicos y con las etiquetas del tipo de residuo que le corresponde (Anexo 05 de este estudio técnico) junto a esto no se tiene contemplado la generación de residuos peligrosos se implementarán medidas preventivas para más detalles ver el Anexo 6 de este estudio técnico.

Impactos ambientales generados durante la etapa de operación del proyecto.

Tabla V. 6 Matriz de impactos ambientales durante la operación y mantenimiento.

Criterios de Evaluación de Impactos		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS						
		Afectación del suelo (erosión de suelo)	Afectación del suelo (potencial contaminación por derrames accidentales de sustancias químicas, residuos peligrosos y no peligrosos en general, y los generados)	Afectación en la calidad y cantidad del agua	Calidad de aire (generación de ruido y generación de emisiones a la atmosfera)	Afectación a la flora	Afectación la fauna	Generación de empleos
Baja	1	1		1	1	1	1	
Media	2							
Alta	4		4					
Muy alta	8							8
Total	12							
Puntual	1	1		1	1	1	1	
Parcial	2							2
Extenso	4							
Total	8							
Critica	(+4)							
Largo plazo	1	1						
Medio plazo	2			2	2	2	2	2
Inmediato	4		4					
Critico	(+4)							
Fugaz	1		1	1	1			
Temporal	2	2				2	2	2
Permanente	4							
Corto plazo	1		1	1	1			1

Criterios de Evaluación de Impactos		IMPACTOS AMBIENTALES ESPERADOS						
		Afectación del suelo (erosión de suelo)	Afectación del suelo (potencial contaminación por derrames accidentales de sustancias químicas, residuos peligrosos y no peligrosos en general, y los generados)	Afectación en la calidad y cantidad del agua	Calidad de aire (generación de ruido y generación de emisiones a la atmosfera)	Afectación a la flora	Afectación la fauna	Generación de empleos
Medio plazo	2	2				2	2	
Irreversible	4							
Sin sinergismo	1		1	1	1			
Sinérgico	2	2						2
Muy sinérgico	4					4	4	
Simple	1	1	1	1	1	1	1	1
Acumulativo	4							
Indirecto	1		1	1	1	1	1	
Directo	4	4						4
Irregular y discontinuo	1	1	1	1	1	1	1	
Periódico	2							2
Continuos	4							
De manera inmediata	1				1	1	1	
A mediano plazo	2	2						2
Mitigable	4		4	4				
Irrecuperable	8							
Impacto beneficioso	+							+
Impacto perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	
I = ± (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)		20	26	17	14	19	19	44
Ambiental crítico (> 75)								
Ambiental Severo (51-75)								
Ambiental Moderado (25-50)			X					X
Ambiental Compatible (<25)		X		X	X	X	X	

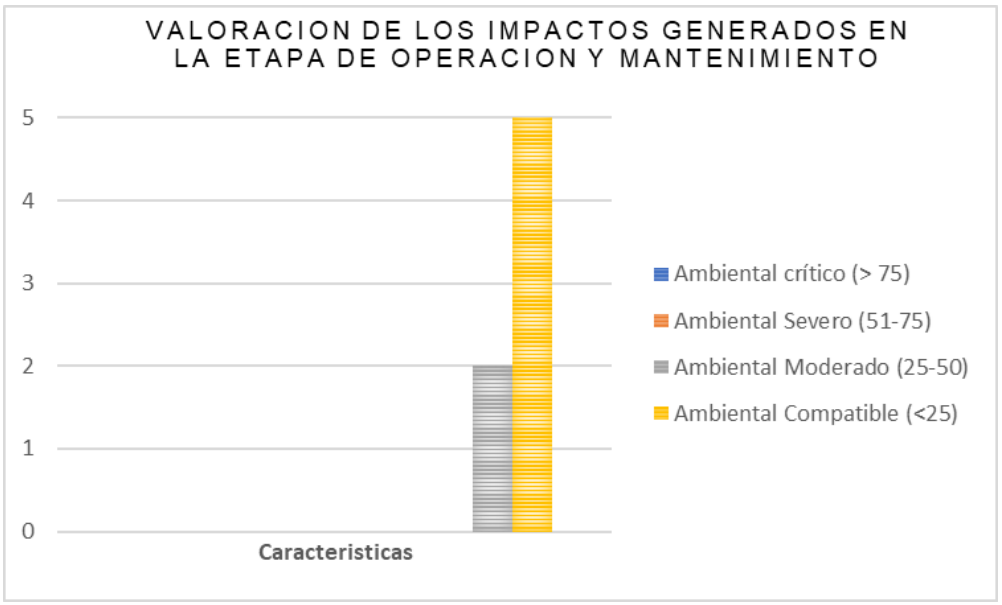


Figura IV. 6 Impactos generados en la etapa de operación.

A partir de esta etapa de operación en la que comience el proceso de ocupación, los impactos generados serán en un 71% ambientalmente compatible, ya que entre varios aspectos, disminuirá el tránsito vehicular, por lo tanto la emisión de gases y ruido a la atmosfera, la tasa de encuentro con la fauna silvestre disminuirá, por lo tanto su afectación, la vegetación en ciertas zonas volverá a crecer así aumentando gradualmente el movimiento faunístico de la zona, además de que las especies objetivo de este proyecto generan servicios ambientales, como la generación de oxígeno y la captación de CO_2, entre otros. Ya habrá sitios en los que se encuentre fijos contenedores con etiquetas de clasificación para los residuos generados por los empleados. No se generan aguas residuales ya que se contará con un baño portátil, y el tratamiento de estas será por parte de la empresa arrendadora de los baños portátiles.

Los impactos potenciales que se generarán se describen a continuación:

Pérdida del suelo (Características fisicoquímicas, estructura y calidad). Aunque la construcción del proyecto deshabilitará la capa de suelo natural en el sitio, ésta será mitigada con la implementación de un área destinada como área verde. El material producto de las actividades de desmonte y despalme podrá ser reincorporado en áreas con exposición de suelo y en donde se podrán llevar a cabo la revegetación de las especies nativas rescatadas del área del proyecto.

Calidad del agua (cantidad y calidad). Las posibles afectaciones hacia el agua podrán ocurrir por el mal funcionamiento de la maquinaria, por algún derrame de aceite, diésel o gasolina, esto de manera temporal ya que en el sitio no se transitará continuamente.

Durante las etapas del proyecto no se espera la generación de aguas residuales, debido a que se contará con baños portátiles a los cuales se les brindará mantenimiento cada cierto tiempo por la empresa arrendadora del servicio, durante la operación no se considera que el personal se quede en esta sección de la vialidad, por lo que el impacto es poco significativo.

Calidad de aire (Generación de ruido y emisiones a la atmosfera). Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto se incrementarán los niveles de partículas suspendidas en aire, así como las emisiones a la atmosfera, mientras que el factor ruido se presentara de manera local, sin afectar zonas urbanas cercanas. Mientras, durante la construcción del camino de acceso motivo de este estudio los ruidos y emisiones a la atmosfera serán mínimos y generados principalmente por la maquinaria y equipos automotores a utilizar y el polvo generado por las labores de despalme del terreno.

Afectación a la flora (Cobertura, especies endémicas y protegidas). La eliminación de la vegetación en el área del proyecto durante la etapa de preparación, contribuirá a la pérdida de cobertura vegetal. Dicho lo anterior, la etapa que impactará en mayor medida será cuando se efectué la construcción del proyecto y se inicien las actividades de compactación del suelo; por lo que, este será un impacto directo, permanente e irreversible. El resto del predio contará con vegetación natural.

Afectación a la fauna (Microfauna, fauna mediana y especies protegidas). La eliminación de la cobertura vegetal en el área del proyecto traerá como consecuencia el desplazamiento de la fauna potencialmente presente en tal fragmento. Asimismo, el movimiento mismo de los automotores tendrá el mismo efecto ya comentado sobre la fauna silvestre. Esto es debido al ruido generado por el tráfico vehicular el cual será un factor de perturbación para desplazar a la fauna terrestre potencialmente presente. Este impacto generado será temporal, en las primeras etapas del proyecto, en la operación y por la naturaleza del proyecto.

Generación de empleos (Demanda de bienes). Todos los impactos serán positivos pero temporales sobre estos componentes debido a que los requerimientos adicionales solo serán generados por el proyecto y afectarán al área específica del mismo. Se espera la generación de empleos adicionales con impacto positivo y moderado en el medio socioeconómico.

V.4 Impactos acumulativos.

Los impactos acumulativos son aquellos que se añaden a los efectos ambientales generados por actividades pasadas o que aún se presentan en la actualidad. Estos impactos no necesariamente provienen de la misma actividad que el proyecto en

evaluación, en este caso, un parque fotovoltaico, pero su combinación puede intensificar las alteraciones en el entorno natural y social.

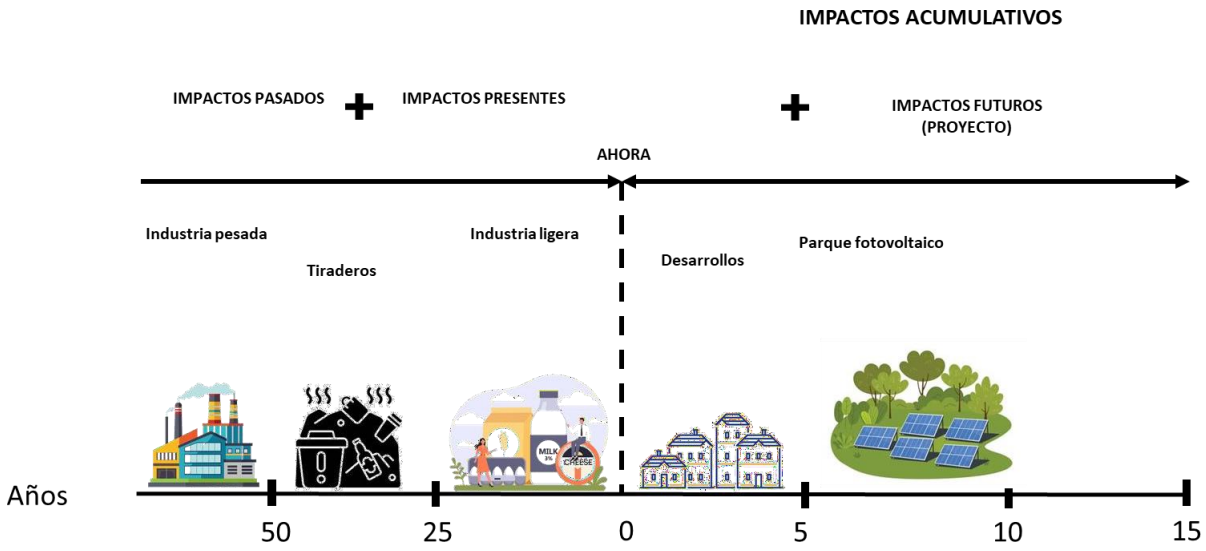


Figura IV. 7 Ejemplificación de los impactos acumulativos.

El análisis de los impactos ambientales debe fundamentarse en la identificación de las desviaciones respecto a la "línea base" o condición "cero", derivadas de efectos aditivos (véase la figura anterior). Para lograrlo, no basta con evaluar los impactos del Proyecto como si este constituyera la única fuente de alteración del Sistema Ambiental Regional (SAR). Es indispensable reconocer los cambios en el entorno que se han generado o que se están generando como resultado de otras actividades humanas en la región, los cuales pueden ejercer efectos aditivos o acumulativos sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de impacto ambiental, en su artículo 3°, fracción VII, el impacto ambiental acumulativo se define como:

"El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente."

Con respecto a los impactos acumulativos que pudieran ser generados por el proyecto , éstos están referidos principalmente a los que se generarán durante la vida útil del proyecto, siendo la pérdida a largo plazo de la vegetación natural del sitio, la migración de fauna silvestre y la pérdida suelo fértil del sitio del proyecto, que se acumulan a las afectaciones que se tienen en las vecindades del proyecto en áreas en que las actividad humanas en el entorno están ya presentes con el desarrollo de campos agrícolas en la parte sur y Oeste del predio, con la construcción de un sin número de caminos y con el establecimiento de sitios para la extracción de materiales, actividades humanas que han disminuido significativamente la pristinidad natural necesaria para el desarrollo y continuidad de procesos y actividades de los recursos biológicos existentes. Se menciona que estos impactos acumulativos son a largo plazo ya que al terminar la vida útil del proyecto se tendrán las actividades de restauración del sitio en las que se

contemplan el desmantelamiento de infraestructura, la reincorporación del suelo fértil rescatado, reforestación e implementación de facilidades para que la fauna silvestre retorne al sitio.

El SAR en el que se localiza el proyecto voltaico evidencia un proceso histórico de transformación paulatina, derivado principalmente de actividades productivas tradicionales como la ganadería extensiva, la agricultura de temporal y la apertura de caminos rurales. Estas prácticas han propiciado la sustitución y fragmentación de la selva mediana subcaducifolia, favoreciendo la conformación de mosaicos de vegetación secundaria en diversos estados sucesionales. Como resultado, el paisaje actual se distingue por ser heterogéneo, compuesto por rodales arbóreos y arbustivos intercalados con pastizales cultivados y superficies agrícolas temporales, lo que refleja un grado de disturbio ambiental intermedio.

Efectos acumulados de actividades pasadas, presentes y futuras en el SAR.

Como se ha mencionado, la ganadería extensiva ha sido la principal fuerza de cambio en el SAR, provocando la reducción de la continuidad de la selva en parches y el aumento de la vegetación secundaria en fases intermedias.

Las actividades antropogénicas, la apertura reciente de caminos de acceso y la posible especulación y fragmentación predial asociada a futuros desarrollos fotovoltaicos y otros representan presiones emergentes, vinculadas a una tendencia de ampliación de infraestructura y valorización de tierras. De manera conjunta, estas presiones han generado un paisaje con conectividad ecológica moderadamente reducida y una dinámica sucesional en constante reinicio.

Dado que las matrices de interacción y las listas de verificación presentan como principal limitante su baja capacidad para identificar y valorar impactos ambientales de carácter acumulativo, dichos instrumentos serán retomados y complementados en el análisis detallado de impactos que se desarrolla a continuación, con el fin de fortalecer la interpretación integral de las interacciones ambientales asociadas al proyecto.

Entre los impactos con potencial carácter acumulativo identificados para el Proyecto se destacan los siguientes:

- Pérdida de cobertura vegetal
- Pérdida y degradación del suelo
- Disminución de la biodiversidad específica
- Reducción y fragmentación de hábitats
- Disminución en la abundancia de especies de flora y fauna

Con base en la evaluación de impactos ambientales realizado con la metodología de Bojórquez -Tapia[1] arriba mencionado, se procedió a realizar un análisis y escrutinio de aquellos impactos con efectos acumulativos del proyecto, tal como se puede observar en la Tabla V.7. En dicha tabla se presentan los impactos más significativos durante la evaluación de impactos, se englobaron por factor ambiental, con el objeto de identificar el valor y con ello el efecto acumulativo. Los resultados que se obtuvieron fueron:

[1] Bojórquez-Tapia, L. A. (1989). Methodology for prediction of ecological impacts under real conditions in México. *Environmental Management*, *13*(5).

Tabla V. 7 Efecto acumulativo de cada uno de los impactos ambientales.

Componente Ambiental	Impacto Ambiental	Efecto Acumulativo del Impacto
Suelo	Pérdida y degradación del suelo	Irrelevante o compatible
Cubierta vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	Moderado
	Disminución de la biodiversidad específica de flora	
	Disminución en la abundancia de especies de flora	
Hábitat de la Fauna Poblaciones faunísticas Distribución espacial de especies faunísticas	Disminución de la biodiversidad específica de fauna	Moderado
	Reducción y fragmentación de hábitats	
	Disminución en la abundancia de especies de fauna	

El análisis integral de los impactos acumulativos evidencia que el proyecto fotovoltaico propuesto se inserta en un paisaje previamente transformado, caracterizado por la dominancia de vegetación secundaria y la presencia de fauna generalista, junto con especies voladoras de relevancia ecológica y comportamiento estacional. En este contexto, el proyecto no representa la principal fuerza de transformación del SAR, sino que se integra como un elemento adicional dentro de una dinámica territorial preexistente, marcada por el uso agropecuario y el desarrollo de infraestructura lineal.

La magnitud de los impactos acumulativos se considera moderada, con una extensión regional y una reversibilidad parcial, condicionada a la aplicación efectiva de medidas de prevención y mitigación. En este sentido, la implementación de programas de monitoreo de aves y murciélagos, el paro programado de aerogeneradores durante eventos migratorios, y las acciones de restauración de la vegetación secundaria constituyen estrategias clave para mantener los efectos acumulativos dentro de límites ambientalmente aceptables y técnicamente controlables.

Finalmente, es importante subrayar que todo proyecto genera impactos que se suman a los derivados de otras actividades humanas y que, en algunos casos, pueden persistir en el ambiente. Por ello, se reafirma la relevancia de ejecutar las medidas de control, prevención, mitigación y compensación diseñadas específicamente para este proyecto, las cuales fueron definidas a partir del proceso de identificación y evaluación de impactos ambientales, y se describen de manera detallada en el capítulo siguiente de este estudio.

V.5 Impactos residuales.

No se contempla la destrucción directa de hábitats, sitios de percha, de anidamiento y/o de madrigueras ya que el proyecto se llevará a cabo en una superficie con baja intensidad de vegetación y se preverá la no afectación, entonces se tratará de mantener

en las inmediaciones zonas de refugio y anidación de fauna, para las cuales se promoverá el escape a las áreas aledañas.

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación que se describen en el capítulo siguiente, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del sistema ambiental regional reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales. La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección aporta la definición y el análisis del "costo ambiental" del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el sistema ambiental regional.

Con base en los resultados obtenidos durante la evaluación de los impactos negativos sobre el sistema ambiental, se identificaron 2 impactos que pudieran considerarse como impactos residuales. Estos impactos serán negativos permanentes, para ello se aplicarán medidas de compensación que pudieran mitigar el impacto ambiental al sistema ambiental regional (Cap. VI), los cuales se enlistan a continuación:

1. Modificación en la dinámica de recarga del acuífero.

Debido a la aplicación de la carpeta asfáltica sobre el trazo del proyecto, la capacidad de infiltración del suelo en las zonas de ampliación se perderá totalmente, y así se mantendrá por la propia naturaleza del proyecto, ya que se requiere realizar dicha obra para la conformación de la carretera.

2. Fragmentación del ecosistema.

La presencia de la infraestructura carretera dentro del sistema ambiental regional delimitado divide o fracciona el sistema de manera permanente, aún y cuando se ubica en una zona con actividades ya establecidas, impide el tránsito de fauna rastrera existente en ese tipo de ambiente.

V.6 Impactos sinérgicos.

Otros impactos importantes son los de tipo sinérgicos que se definen como aquellos que se producen 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.

De acuerdo con lo anterior y lo identificado en el Capítulo IV de la presente MIA-R, el área del proyecto presenta fragmentos de vegetación con una estructura estable, que permite mantener la biodiversidad de flora y fauna característica de las selvas tropicales

de la región, de tal manera que permite albergar poblaciones de importancia para la conservación, en este caso al modificar el camino se presenta este tipo de impacto y ante la evaluación no se presentan impactos sinérgicos significativos, ya que no se modifica el sistema ambiental regional por el desarrollo del proyecto.

CAPITULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL



2026

ión y miti
del sistem

CONTENIDO

CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 3

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 3

VI.1.1 Líneas estratégicas para la realización de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos. 13

VI.1.1.1 Programas de las Líneas Estratégicas. 14

VI.1.1.2 Estrategias para la aplicación de los programas del cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos 15

VI.2 Seguimiento y control ambiental (monitoreo). 17

VI.2.1 Plan de monitoreo y manejo ambiental 17

CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales generados por el proyecto denominado “SAN PEDRO SOLAR”, descritos en el Capítulo anterior, deriva la necesidad de definir medidas integrales de prevención, atenuación, reducción o compensación de los mismos, apegados a la normatividad ambiental aplicable y por ende a los preceptos técnicos que ambientalmente pueden considerarse para su implementación durante el desarrollo de la obra y en la operación de la misma.

En este capítulo se describen las actividades o situaciones que deberán ser ejecutadas por el promovente del proyecto para amortizar los efectos de los impactos ambientales que serán generados por el desarrollo del proyecto en cuestión, el cual se localiza en la zona poniente del estado.

Estas medidas deberán ser ejecutadas en tiempo y forma por el promovente y la constructora a quien se le adjudique la obra, quienes deberán integrar los comprobantes correspondientes en un reporte de cumplimiento de condicionantes ambientales, los cuales podrán ser solicitados por las autoridades ambientales como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o la DGIRA de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación que se plantean en este capítulo, se describe en función de lo que establece la Fracción VI del Artículo 13 del REIA, que establece que la MIA-R, debe contener las *estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional*; en este sentido, se propondrán la medidas correspondientes y ambientalmente viables de llevarse a cabo, para prevenir, controlar, minimizar, restaurar y/o compensar el nivel de impacto ambiental que se pudiera ocasionar por el desarrollo del proyecto.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su Capítulo I, Artículo 3, Fracción XIII y XIV se consideran las siguientes definiciones:

XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el PROMOVENTE para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente

XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el PROMOVENTE para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Con base en las definiciones del reglamento (REIA), las medidas planteadas en este capítulo son agrupadas dentro de la palabra “Mitigación”, las cuales pretenden disminuir o moderar su efecto negativo hacia el ambiente., por lo que, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

1) De Prevención. - aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.

2) De Mitigación. - aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.

3) De Restauración. - acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.

4) De Compensación. - acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

A continuación, se muestran las medidas propuestas para cada componente ambiental afectado, las etapas en la que se presenta, el tipo de medida propuesta, la evidencia a recabar para el cumplimiento ambiental y la duración de la medida. En la Tabla VI.1, se señala la simbología utilizada en las medidas propuestas para mitigar los impactos ambientales generados.

Tabla VI. 1 Simbología Utilizada para Categorizar las Medidas Propuestas del Proyecto.

TIPO DE MEDIDA	COMPONENTE AFECTADO	ETAPA DEL PROYECTO	DURACIÓN DE LA MEDIDA
•Prevencion (P) •Mitigacion (M) •Compensación (C) •Restauración (R)	•Atmosfera (A) •Suelo (S) •Hidrología (Hg) •Paisaje (Pa) •Vegetación(Vg) •Fauna (Fa) •Socioeconomico (Se)	•Preparación del sitio (Ps) •Construcción (Co) •Operación y Mantenimiento (Om)	•Temporal (T) •Permanente (P)

En las siguientes tablas se destacan las medidas recomendadas para reducir los efectos los impactos ambientales que se generarán en las etapas de Preparación del Sitio (Ps), Construcción (C), Operación y Mantenimiento (Om), para el componente ambiental regional.

Tabla VI. 2 Medidas para el componente del sistema regional "Aire y -Ruido"

Descripción de la Medida	Tipo de Medida	Etapa del Proyecto	Duración de la medida	Seguimiento
La maquinaria y vehículos por utilizar deberán contar con mantenimiento preventivo que incluya afinación mayor, con el fin de no sobrepasar los límites máximos permisibles	P	Ps, Co	Temporal	Facturas de talleres externos, Tarjetones de verificación vehicular. Supervisión en campo.
Para evitar la dispersión de partículas (polvos) durante el trasporte de materiales pétreos, se deberán colocar lonas a los camiones de volteo y humedecer la carga.	P	Ps, Co	Temporal	Supervisión en campo. Fotografías del uso de lonas en los camiones.
Para disminuir el incremento en los niveles de ruido, se implementará el control de ruido y los horarios de trabajo.	P	Ps, Co	Temporal	Evidencia del uso de tapones auditivos y establecimiento de horarios diurnos de trabajo

Tabla VI. 3 Medidas para el componente del sistema regional "Hidrología"

Medida	Tipo de Medida	Etapa del Proyecto	Duración de la medida	Seguimiento
Contratar a una empresa autorizada para los sanitarios móviles (letrinas) en el área de trabajo, en una razón de 1 por cada 15 trabajadores, recibiendo el debido mantenimiento por la arrendadora de estos. La misma empresa deberá disponer las aguas residuales	P	Ps, Co	Temporal	Facturas de Renta y del retiro de las aguas residuales, supervisión en campo, fotografías

Medida	Tipo de Medida	Etapa del Proyecto	Duración de la medida	Seguimiento
generadas en sitios autorizados para tal fin				
Durante el transporte y/o almacenamiento temporal de grasas, aceites o cualquier otro material contaminante, se deberán establecer medidas de seguridad para evitar derrames al suelo e infiltraciones al manto freático.	P	Co	Temporal	Supervisión en campo
El agua requerida para la obra será suministrada en pipas contratadas por empresas que provean dicho servicio.	P	Ps, Co	Temporal	Recibos de pago por este concepto
Con el propósito de evitar encharcamientos y prevenir accidentes viales, durante la operación, se instalarán drenajes de agua pluvial en la vialidad	P	Co	Permanente	Supervisión en campo
El agua de consumo para los trabajadores será purificada	P	Ps, Co	Temporal	Recibos de pago por este concepto

Tabla VI. 4 Medidas para el componente del sistema regional "Suelo".

Medida	Tipo de Medida	Etapa del Proyecto	Duración de la medida	Seguimiento
El material utilizado para la construcción de la obra provendrá de bancos de material autorizados por la autoridad correspondiente y de empresas establecidas en la región.	P	Co	Temporal	Comprobantes de la adquisición de materiales
Instalar infraestructura como contenedores de RSU, para evitar o minimizar la generación y dispersión de estos, los cuales deberán ser limpiados periódicamente enviándolos al sitio de disposición final de residuos autorizado por el municipio.	M	Ps, Co	Temporal	Contenedores instalados, fotografías de ellos. Recibos del Ayuntamiento de la disposición final
Se deberán manejar adecuadamente los probables residuos peligrosos que se generen, tales como aceites y pinturas, con el fin de evitar derrames al suelo natural y al agua.	M	Ps, Co	Temporal	Supervisión en campo, fotografías. Copia de Manifiestos de Transporte de RP.
Contar con un área de taller el cual deberá contar con las características adecuadas para el almacenamiento de residuos peligrosos. Así como habilitar en el área de almacén contenedores con tapa, calendarizar y dar seguimiento a través de una bitácora, todas las actividades de recepción trasporte y disposición final de residuos peligrosos, lo cual se debe realizar con una empresa	M	Ps, Co	Temporal	Supervisión en campo, botes rotulados, con tapa, fotografías y Recibos de la empresa dedica en el rubro, del transporte y la disposición final.

Medida	Tipo de Medida	Etapa del Proyecto	Duración de la medida	Seguimiento
especializada en el manejo de estos. En caso de generarse.				
En caso de presentarse un derrame o fuga de combustible o aceites se deberá retirar la porción del suelo afectada la cual se dispondrá en contenedores plásticos rotulados con tapa y se manejará como residuo peligroso.	M	Ps, Co, Om	Temporal	Fotografías del retiro de la porción del suelo afectado.
Las áreas que no se proyecten con infraestructura de servicios u otra, mantendrán el suelo natural del sitio, así como la vegetación.	P	Ps, Co, Om	Permanente	Supervisión en campo, evidencia fotográfica.
Los residuos valorizados se deberán enviar a empresas especializadas para su reciclaje.	P	Ps, Co, Om	Temporal y Permanente	Fotografías de la separación y comprobantes de entrega.
Los residuos de manejo especial, tales como residuos vegetales y residuos de construcción, generados en el desmonte y la construcción de la obra, serán retirados y tendrán la disposición final adecuada que establezca la autoridad competente.	M	Ps, Co	Temporal	Supervisión en campo, recibos del Ayuntamiento.

Medida	Tipo de Medida	Etapa del Proyecto	Duración de la medida	Seguimiento
Los residuos sólidos urbanos generados, serán depositados en contenedores con tapa y dispuestos en sitio de disposición final autorizado para tal fin	M	Om	Permanente	Supervisión en campo. Ubicación de contendores con tapa en el predio, Recibos del Ayuntamiento por el servicio de disposición final de residuos (RSU).
Al concluir la obra se deberá limpiar y retirar todo el material utilizado, este será dispuesto en los almacenes de las constructoras y en el caso de los residuos se dispondrán en el sitio de disposición final autorizado por la autoridad municipal.	M	Ps, Co	Temporal	Fotografías de las áreas del proyecto correctamente limpias
En la etapa de operación, los residuos que se generen serán aquellos que los usuarios arrojen a la carretera, para cuya prevención se colocarán señalamientos educativos y restrictivos.	M	Om	Permanente	Supervisión en campo. Fotografías de los señalamientos.

Tabla VI. 5 Medidas para el componente del sistema regional "Vegetación"

Medida	Tipo de Medida	Etapa del Proyecto	Duración de la medida	Seguimiento
Las actividades de desmonte y despalme se limitarán a las áreas dentro del derecho de vía. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden	M	Ps, Co	Temporal	Supervisión en campo, Fotografías del sitio antes y después de la obra

Medida	Tipo de Medida	Etapa del Proyecto	Duración de la medida	Seguimiento
inmersas en el área de afectación.				
Se deberán llevar a cabo monitoreos previos a los trabajos del desmonte para toda el área del tramo y en caso de localizar especies que se encuentren bajo algún régimen de protección, ejecutar su rescate y posterior reubicación.	M	Ps, Co	Temporal	Fotografías del rescate y reubicación de especies
El desmonte de la vegetación nativa afectada en la zona de las obras será dirigido y se realizará de forma manual y con equipo menor.	P	Ps, Co	Temporal	Supervisión en campo
Quedará estrictamente prohibida cualquier extracción de especies vegetales del sitio para uso comercial.	M	Ps, Co, Om	Permanente	Fotografías del sitio antes y después de la obra
La vegetación producto del desmonte se deberá trozar con herramienta manual y depositar en el sitio de disposición final de residuos del ayuntamiento más cercano, para su tratamiento. En ningún caso se depositarán dentro de un cuerpo de agua o en el acotamiento.	P	Co	Temporal	Fotografías que evidencie las actividades y recibo de pago del ayuntamiento por la disposición final.

Medida	Tipo de Medida	Etapa del Proyecto	Duración de la medida	Seguimiento
No se deberá realizar la quema o la eliminación de residuos vegetales mediante el empleo de productos químicos.	P	Ps, Co	Temporal	Presencia de áreas verdes, ausencia de áreas con cenizas
Se deberá rescatar los ejemplares de especies nativas de importancia etnobotánica y ecológica, así como especies endémicas que se encuentren en las áreas del proyecto.	P	Ps, Co	Temporal	Evidencia fotográfica, Supervisión ambiental.
Se deberá llevará a cabo el Programa de Manejo Integral de Flora y Fauna especificados en los anexos del presente documento.	P, M, R	Ps, Co, Om	Temporal	Supervisión en campo y evidencia fotográficas, con reportes e informes.

Tabla VI. 6 Medidas para el componente del sistema regional "Fauna".

Medida	Tipo de Medida	Etapa del Proyecto	Duración de la medida	Seguimiento
Se capacitará al personal de construcción de la obra, con el fin evitar el atropello de las especies y la depredación de ellas.	P	Ps, Co	Temporal	Fotografías de la capacitación
Se prohíbe cualquier tipo de aprovechamiento o afectación de fauna presente en el sitio. Así mismo de deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de construcción y/o operación.	P	Ps, Co Om	Temporal	Supervisión en campo.
En las áreas de afectación, revisar previo al desmonte, la presencia de nidos o madrigueras activas, para en su caso reubicar o ahuyentar a la fauna. Evitar disturbios a sitios de anidación de aves u madrigueras en áreas adyacentes a la superficie de afectación.	P	Ps, Co Om	Temporal	Supervisión en campo.
Previo a la actividad de maquinaria pesada e incluso durante su labor, se realizarán revisiones en el área a afectar, para ahuyentar a la fauna susceptible de afectación	P	Ps, Co Om	Temporal	Supervisión en campo.
Las especies más susceptibles a lesiones, presentes en el área de afectación, serán rescatadas y reubicadas en la zona previa a los trabajos de desmonte y despalme. Se deberá llevar a cabo el Programa de Manejo Integral de Flora y Fauna.	M	Ps, Co	Temporal	Supervisión en campo. Fotografías de las actividades.

Medida	Tipo de Medida	Etapa del Proyecto	Duración de la medida	Seguimiento
Construir y monitorear pasos de fauna a lo largo del camino, con el fin de detectar su uso y rescatar en su caso algún ejemplar que pudiera haber quedado en los ductos.	P	Ps, Co Om	Permanente	Supervisión en campo.
Se deberá contar con señalamientos preventivos, para restringir la velocidad de los vehículos, indicando la presencia de fauna silvestre.	P	Ps, Co. Om	Permanente	Evidencia grafica de los letreros y su ubicación.

VI.1.1 Líneas estratégicas para la realización de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos.

AIRE

- Humedecer la tierra durante los trabajos de construcción.
- Mantenimiento de maquinaria.
- Contar con lonas para los camiones que transporten material pétreo.
- Contar con mascarillas de protección.
- Prohibir la quema de los residuos.

RUIDO

- Implementar el uso de tapones auditivos,
- Mantenimiento de maquinaria y equipo utilizado.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO

- Habilitar letrinas móviles.
- Instalar contenedores para los residuos.
- Habilitar un almacén de residuos.
- Promover la separación de residuos.
- Delimitación de las áreas de desmonte.
- Capacitación al personal par
- Habilitar señalamientos en las diferentes actividades del proyecto
- Habilitar un área de almacenamiento temporal para los residuos

- Instalar contenedores para los diferentes tipos de residuos.
- Habilitar obras provisionales.

AFECTACIÓN A LA VEGETACION

- Realizar un desmonte dirigido.
- Rescate de ejemplares de Importancia ecológica.
- Prohibir la extracción de las especies para su aprovechamiento.

AFECTACIÓN A LA FAUNA

- Realizar el ahuyentamiento de fauna.
- Prohibir la extracción de las especies

AFECTACIÓN AL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y DEMOGRAFICO

- Colocación de señalamiento del tránsito vehicular, para la circulación,
- Difusión del inicio y actividades a realizar del proyecto y obras asociadas,
- Colocar barreras físicas en las inmediaciones de la obra.
- Colocación de cintas restrictivas para impedir el paso a áreas críticas del proyecto,
- Proporcionar agua para consumo y uso personal a los trabajadores,
- Proporcionar equipo de protección personal,
- Colocar extintores,
- Contar con un botiquín de primeros auxilios,
- Capacitación al personal,
- Habilitar un almacén de residuos peligrosos,
- Contar con un procedimiento para la atención de contingencias.

VI.1.1.1 Programas de las Líneas Estratégicas.

Se diseñaron 3 procedimientos que permitirán prevenir, mitigar, controlar o compensar los impactos ocasionados sobre los componentes ambientales por la implementación del proyecto. Dichos procedimientos se elaboran para dar cumplimiento a las líneas de estrategia, por lo que cada programa podrá abarcar más de una estrategia de diferentes componentes. Los programas que se aplicarán durante la ejecución de los trabajos del proyecto son los siguientes:

Tabla VI. 7 Procedimientos para cumplimiento de las medidas de mitigación**.**

Concepto	Título
Anexo 5A	Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos
Anexo 5B	Procedimiento de manejo de residuos peligrosos
Anexo 5C	Procedimiento de supervisión ambiental

La descripción de todos y cada uno de los programas que se mencionan en la Tabla anterior y se ubican en los anexos correspondientes del presente estudio, en los que se señalan los componentes que se mitigan, los objetivos, el campo de aplicación, las responsabilidades y se describe su desarrollo.

VI.1.1.2 Estrategias para la aplicación de los programas del cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos.

Para definir la estrategia a seguir para la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, presentadas anteriormente, e incluidas en los Programas, se deben considerar ciertas acciones y actividades generales que se deben contemplar previos y durante la ejecución de todas las medidas, dentro de ellas se encuentran las siguientes:

- La obra en cualquiera de sus etapas deberá cumplir con la Legislación Ambiental vigente, incluyendo los Reglamentos, Normas e Instrumentos jurídicos aplicables al proyecto.
- Se recomienda la contratación de un residente de obra con la formación necesaria para ejecutar el cumplimiento de los programas de manejo de residuos, flora y fauna.
- Se recomienda la contratación de una empresa consultora para la ejecución de los programas de manejo de residuos, flora y fauna.
- Durante la construcción de la obra, se deberán tener identificados los hospitales o sitios de asistencia médica más cercanos y los teléfonos de emergencia (bomberos, seguridad pública y protección civil, estatal y municipal).
- Todos los vehículos se sujetarán a los límites de velocidad establecidos.
- Se pondrá a disposición de las autoridades a toda persona que afecte de manera la flora y la fauna de la zona.
- Limitar el movimiento del personal de obra, sólo en el área en que se desarrollará la misma.
- Todos los materiales pétreos (grava, arena, polvo, material de relleno o piedra de la región) que se requieran para la obra serán adquiridos en casas comerciales y/o bancos de materiales autorizados.
- El material pétreo que permanezca en las zonas de maniobra para su acondicionamiento será impregnado con agua o cubierto mientras se utiliza.
- La maquinaria deberá permanecer apagada durante los lapsos que no se ocupen.
- Los tramos de terraplén conformado deberán ser regadas diariamente para evitar la dispersión de partículas de polvo.

A continuación, se presentan los componentes, objetivos, los programas, ubicación espacial, los tiempos, y costos aproximados de las medidas de mitigación y compensación más relevantes del proyecto.

Es conveniente mencionar que la ejecución de los programas va a depender de los recursos económicos que le asigne el gobierno federal al Centro SICT para la

modernización y construcción de la carretera, por lo que se proyecta el avance de la obra por año, se estima que su plazo de ejecución puede durar 10 años.

Tabla VI. 8 Estrategia para la Implementación de los Programas del Cumplimiento de las Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación de Impactos.

Componente ambiental	Programa	Objetivo	Ubicación Espacial	Costo/año
Suelo, Hidrología, Socioeconómico	Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos	Con la ejecución de este programa se evitará la disposición de Residuos (sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial) en el sistema ambiental, que puedan ocasionar una afectación al suelo, agua, flora y fauna del sitio	En todos los lugares donde se generen residuos de cualquier índole, durante la preparación del sitio y construcción	$ 4,258,480.00
	Procedimiento de manejo de residuos peligrosos			
Atmosfera, hidrología, suelo, vegetación, fauna, socioeconómico	Supervisión Ambiental	Vigilar el cumplimiento y ejecución de cada una de las medidas y programas del Proyecto	En las instalaciones de la obra y las áreas de restauración	$953,312.00
Suelo, Vegetación, Fauna	Procedimiento de desmonte direccionado	Establecer los lineamientos necesarios para la ejecución del desmonte y despalme de la vegetación durante la obra, para minimizar el	En las áreas que se desmontarán durante la preparación del sitio y el material se integrará al área trozándolo o se	$ 1,739,436.00

Componente ambiental	Programa	Objetivo	Ubicación Espacial	Costo/año
		riesgo ambiental que representa esta actividad.	dispondrá en los sitios autorizados por la autoridad competente.	

VI.2 Seguimiento y control ambiental (monitoreo).

VI.2.1 Plan de monitoreo y manejo ambiental.

Para el presente Proyecto se incluirá como parte de su esquema de mitigación la elaboración de un Programa de Manejo y Monitoreo Ambiental (o PMMA), para su consulta y visto bueno por esta autoridad. Dicho Programa equivale al Programa de Vigilancia Ambiental en virtud de que incluirá las acciones tendientes a realizar por parte de la "Supervisión Ambiental" del Proyecto con el firme objeto de vigilar la correcta implementación de cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se establecen en este Capítulo y dentro de los Programas y Estudios Ambientales particulares que se contemplan en el esquema de mitigación del Proyecto.

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS



2026

en su caso,

CONTENIDO

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 3

VII.1 Pronóstico del escenario 3

VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 3

VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto. 4

VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. 4

VII.2 Pronostico ambiental 5

VII.3 Evaluación de alternativas. 5

VII.4 Conclusiones. 6

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1 Pronóstico del escenario.

En este capítulo se realizará un análisis para visualizar los posibles escenarios futuros de la zona de influencia y sistema ambiental regional del proyecto, considerando en primer término al escenario sin proyecto, seguido de otro escenario con proyecto y finalmente uno que incluye al proyecto con sus medidas de mitigación.

Si bien el proyecto “SAN PEDRO SOLAR” no traerá beneficios a mediano y largo plazo, si lo traerá a corto plazo, esto ofreciendo empleos temporales, en el ámbito socioeconómico y ambiental en el área de influencia delimitada, según muestran los análisis y evaluaciones presentados en los capítulos anteriores.

VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

La descripción de este escenario considera que las condiciones naturales del área del Proyecto ya fueron impactadas por diversas actividades que llevan ejecutándose en la zona de interés por años anteriores.

El estado de conservación de la vegetación es bajo, ya que el área donde se encuentra inmerso el Sistema Ambiental Regional ha presentado una enorme presión en la última década con la creación de complejos habitacionales, parques fotovoltaicos, entre otros.

Los principales cambios en la zona son la fragmentación y deforestación principalmente de los ecosistemas terrestres, eliminando la cobertura de vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia y vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia sustituyéndola por infraestructura urbana.



Figura VII. 1 Escenario sin proyecto.

VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

La inclusión del Proyecto, en un escenario donde los procesos de deterioro reportados dentro del sistema ambiental a nivel regional son reconocidos y documentados por dependencias gubernamentales (SEMARNAT y el estado de Querétaro) y particulares necesariamente debe incidir en un cambio de conducta de propios y extraños.

Cuando se habiliten las obras del proyecto se tendrán impactos en su mayoría mitigables, susceptibles a aplicar medidas de prevención y/o mitigación. Estos tendrán una afectación al medio imperceptible irregular o intermitente en su permanencia, con repercusión geográfica in situ y recuperando la calidad ambiental inmediata tras el cese de los trabajos; además la alteración potencial a ser provocada y la importancia, son bajas.

El desarrollo del proyecto afectará moderadamente el relieve modificando ligeramente su forma actual. Se generarían residuos que al no darles un manejo adecuado pueden contaminar el suelo y agua, los cuales podrían dispersarse a la zona. Así, mismo, estos residuos se acumularían con los ya existentes en la zona agravando los problemas de contaminación. La falta de sanitarios portátiles fomentaría el fecalismo al aire libre y con ello la proliferación de fauna nociva y contaminación al suelo.



Figura VII. 2 Escenario con proyecto.

VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Se tomó en cuenta la descripción de los aspectos citados en el punto anterior, pero incorporando ya las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI. El pronóstico del escenario se aborda a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las

acciones del Proyecto sobre el medio natural, tras la inserción del mismo, y las medidas de manejo ambiental correspondientes. Para ello se debe de tomar en cuenta la dinámica ambiental tanto de la aplicación de estas medidas, como parte del Proyecto, como la situación ambiental que prevalece al momento del estudio antes de la inserción del Proyecto.

El escenario con la presencia del proyecto y la implementación de las medidas de mitigación propuestas, generará un ecosistema que brindará protección a las construcciones y predios colindantes, pero sobre todo con el ecosistema de vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia y vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia.

se tomó en cuenta la descripción de los aspectos citados en el punto anterior, pero incorporando ya las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI. El pronóstico del escenario se aborda a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las acciones del Proyecto sobre el medio natural, tras la inserción del mismo, y las medidas de manejo ambiental correspondientes. Para ello se debe de tomar en cuenta la dinámica ambiental tanto de la aplicación de estas medidas, como parte del Proyecto, como la situación ambiental que prevalece al momento del estudio antes de la inserción del Proyecto.

VII.2 Pronostico ambiental.

El escenario donde se encuentra el proyecto en cuestión, bien seguirá su proceso de cambio debido a la constante aparición de otros proyectos, con una constante pérdida de vegetación y la aparición de especies pioneras o invasoras, propiciadas por los humanos que lo colocan como ornato; la erosión del suelo y el ahuyentamiento de la fauna silvestre terrestre.

Aparentemente el cambio de escenario y por lo tanto de paisaje, será constante. El aprovechamiento de la energía solar para generación de energía eléctrica es posible gracias al potencial de energía que se tiene, y puede constituirse, además de generar energía limpia, en una fuente de energía para autoconsumo.

Es importante apoyar y favorecer este tipo de obras, ya que vienen a constituir en una alternativa real para la generación de energía eléctrica base de combustibles fósiles, reducir las emisiones de dióxido de carbono que ayudan o intervienen en el calentamiento global de la tierra con un mínimo impacto al ambiente.

VII.3 Evaluación de alternativas.

La instalación y operación del parque fotovoltaico fue seleccionado tras un análisis técnico, ambiental y económico, optándose por un predio adquirido en condiciones favorables y estratégicamente viable para el desarrollo del proyecto. Desde su concepción, se estableció como criterio prioritario la conservación de la mayor parte posible de la cobertura vegetal existente, integrando el diseño del proyecto a las características naturales del sitio y minimizando la intervención directa sobre el terreno.

El diseño técnico y arquitectónico del parque se desarrolló bajo un esquema funcional y ordenado, con definiciones claras respecto a la distribución de los módulos fotovoltaicos, vialidades internas, áreas verdes y operativas, atendiendo tanto a las condiciones ambientales locales como a los requerimientos técnicos de generación y seguridad eléctrica. Esta planeación permite optimizar el uso del espacio, reducir movimientos de tierra innecesarios y mantener áreas permeables que favorezcan la infiltración del agua.

Asimismo, el proyecto contempla la instalación de infraestructura y equipamiento suficiente para el manejo integral de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, conforme a la normatividad vigente. Se incorporarán sistemas adecuados para la recolección, almacenamiento temporal y disposición final de residuos, así como mecanismos para el manejo y tratamiento adecuado de aguas residuales sanitarias durante las distintas etapas del proyecto

VII.4 Conclusiones.

La evaluación de impacto ambiental como instrumento de la política ambiental, nos permite observar que, para el presente proyecto, los impactos negativos que producen, principalmente son por la eliminación de la vegetación en las áreas donde se construirán las bases para los paneles solares, sin embargo; la superficie que se afectara es mínima.

La generación de energía eléctrica a partir de fuentes no convencionales, como la energía fotovoltaica a partir de energía solar sustituye una alternativa sumamente importante y viable desde el punto de vista técnico al contar con una cantidad de energía solar suficiente para su transformación y comercialización.

Este tipo energía no genera emisiones de Dióxido de Carbono, tampoco genera ruido, no produce ningún tipo de contaminación al ambiente.

CAPITULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

elawan energy
AN ORIX COMPANY



2026

BALAM
PROYECTOS ECOLOGICOS

umentos
sultados

CONTENIDO

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 3

VIII.1 Presentación de la información. 3

VIII.1.1 Cartografía. 3

VIII.1.2 Fotografías. 3

VIII.1.3 Videos. 3

VIII.2 Otros Anexos. 3

VIII.3 Bibliografias consultada. 4

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1 Presentación de la información.

Se entregan un documento original impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del proyecto "San Pedro Solar". Este documento contiene el resumen ejecutivo, la manifestación de impacto ambiental (del Capítulo I al Capítulo VIII) y sus anexos.

Asimismo, este estudio completo (resumen ejecutivo, la manifestación de impacto ambiental (del Capítulo I al Capítulo VIII) y sus anexos) ha sido grabado en tres copias en medio magnético (en CD o USB). Dichos medios magnéticos deberán contener la misma información que el impreso. Uno de los medios magnéticos deberá señalarse para consulta al público.

VIII.1.1 Cartografía.

Anexo 1A. Plano de Ubicación del Proyecto
Contenido en el **Anexo 1**. Ubicación

VIII.1.2 Fotografías.

Anexo 3A. Memoria Fotográfica
Contenido en el **Anexo 3**. Memoria Fotográfica

VIII.1.3 Videos.

No fue necesaria la utilización de cámara de video.

VIII.2 Otros Anexos.

Anexo 2A. Identificación oficial del Representante legal
Anexo 2B. Constancia Situación Fiscal Promovente
Anexo 2C. Acta Constitutiva Promovente
Anexo 2D. Acta Otorgamiento Poder
Todos contenidos en el **Anexo 2**. Documentación Legal del Promovente

Anexo 4A. Identificación Oficial Responsable Técnico
Anexo 4B. Cédula Profesional Responsable Técnico
Todos contenidos en el **Anexo 4**. Documentación del Responsables del Estudio

Anexo 5A. Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos
Anexo 5B. Procedimiento de manejo de residuos peligrosos

Anexo 5C. Procedimiento de supervisión ambiental
Anexo 5D. Procedimiento de desmonte direccionado
Todos contenidos en el **Anexo 5**. Procedimientos Aplicables

Anexo 6A. Programa de rescate de flora.
Anexo 6B.- Anexo 6B. Programa de rescate de fauna.
Anexo 6C.- Programa de vigilancia ambiental.

Todos contenidos en el **Anexo 6**. Programas Aplicables

VIII.3 Bibliografias consultada.

1) Acuerdo de París. 2015. UNFCCC — Acuerdo de París. Consultado en https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement.
2) Acuerdo en materia de cooperación ambiental entre México, Estados Unidos y Canadá (instrumentos trilaterales; p. ej. NAAEC — North American Agreement on Environmental Cooperation — y anexos en el T-MEC). (Textos y anexos: sitios oficiales de SRE, EPA y Environment and Climate Change Canada). Consultado en https://www.gob.mx/sre y portales de ECCC/EPA
3) Acuerdo Regional sobre el acceso a la información pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe (Acuerdo de Escazú). 2018. Secretaría del Acuerdo de Escazú / CEPAL. Consultado en https://www.cepal.org/es/acuerdo-escazu
4) Aguirre-León, G. 2011. Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En: Gallina, S. y C. López-González (editor). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro - Instituto de ecología A.C. (pp. 61-85). Querétaro, México.
5) Álvarez-Castañeda, Ticul S; González-Ruiz. 2015. “Guía para identificar los Mamíferos de México.” Centro de investigaciones biológicas del Noroeste.
6) Angulo, A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha y E. La Marca (Eds). 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Serie Manuales de Campo Nº 2. Conservación Internacional. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C. 298 pp.
7) Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). (Listado y criterios — BirdLife International / CONABIO / CONANP; consultar listados oficiales). Consultado en https://www.birdlife.org/ y https://www.conabio.gob.mx/
8) Arnett, E. B., Baerwald, E. F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodríguez-Durán, A., Rydell, J., .Voigt, C. C. (2015). Impacts of wind energy development on bats: A global perspective. In Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World (pp. 295-323). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_11

9) Bibby, C. J., N. D. Burgess y D.A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press. London. 257 p.
10) Bojórquez-Tapia, L. A., y colaboradores. 1998. Metodología del índice de significancia (Índice de Significancia de Bojórquez-Tapia) para la evaluación de impactos ambientales (metodología descrita y aplicada en trabajos técnicos y tesis mexicanas). La descripción completa de la técnica aparece citada en numerosos documentos técnicos y tesis universitarias; ejemplo de referencia secundaria donde se resume la metodología: Universidad Nacional Autónoma de México — tesis y revisiones bibliográficas que citan "Bojórquez-Tapia et al., 1998". Recuperado (ejemplo de uso/descripción) de https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2015/abril/0727976/0727976.pdf
11) Bolívar-Cimé, A. Bolívar-Cimé, S. A. Cabrera-Cruz, O. Muñoz-Jiménez y R. Villegas-Patraca. 2016. Bats in a tropical wind farm: species composition and importance of the spatial attributes of vegetation cover on bat fatalities. Journal of Mammalogy, 97: 1197–1208.
12) Bustamante, R., A. Oporto, S. Moraga, F. De La Barrera, G. Sepúlveda y D. Moreira. 2009. Informe sobre mitigación de impacto ambiental en Fauna Silvestre: Rescate y Relocalización. SAG-Universidad de Chile. Recuperado 28-01-2016 de: http://www.sag.cl/sites/default/files/guia_tecnica_medidas_de_mitigacion.pdf
13) Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2018, 16 de febrero). Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (texto consolidado — última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación: 16 feb. 2018). Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131_160218.pdf
14) Carey, C., W. R. Heyer, J. Wilkinson, R. A. Alford, J. W. Arntzen, T. Halliday, L. Hungerford, K. R. Lips, E. M. Middleton, S. A. Orchard y A. S. Rand. 2001. Amphibian declines and environmental change: Use of remote-sensing data to identify environmental correlates. Conservation Biology, 15: 903-913.
15) Ceballos G y Arroyo-Cabrales J. 2012. "Lista actualizada de los mamíferos de México". Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época. Año2 No.2
16) Ceballos, G.; Oliva, G. (2005). "Los Mamíferos Silvestres de México". CONABIO, Fondo de Cultura Económica. México.
17) CITES. 2014. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.
18) Colwell, R. K. 2013. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9.1 Guía de usuario y aplicaciones en http://purl.oclc.org/estimates.
19) Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (s. f.; publicación consultada 2026). Las cuencas hidrológicas de México (documento de referencia / informe). Consultado en https://vortice.conagua.gob.mx/storage/files.conagua/upload/05022021_1612548612.pdf.

20) Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2016. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de marzo de 2016.
21) Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 1996). NOM-003-CONAGUA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.
22) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2007. Cuencas hidrográficas de México, 2007 (Mapa / metadatos). Edit. CONABIO. Recuperado el [consulta en línea] de https://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/cue250k_07gw.html
23) Conesa Fernández-Vítora, V. (1993). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (2.ª ed.). Madrid: Mundi-Prensa. Recuperado (copia digital y referencias académicas) de https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/1176 (edición consultada en línea).
24) Conesa Fernández-Vítora, V. 1993. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (2.ª ed.). Madrid: Mundi-Prensa. Recuperado (copia digital y referencias académicas) de https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/1176 (edición consultada en línea).
25) Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (Texto vigente; última reforma publicada en el DOF: 15 oct. 2025). Cámara de Diputados / Diario Oficial de la Federación. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf
26) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (1992; textos, enmiendas y estado de ratificación en UNFCCC). UNFCCC. Consultado en https://unfccc.int/
27) Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América. (Texto histórico; consultar OEA/SRE/DOF para versión en español y fecha de adhesión). OEA / SRE. Consultado en https://www.oas.org/
28) Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR). (1971; texto y lista de sitios RAMSAR). Secretaría Ramsar. Consultado en https://www.ramsar.org/
29) Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). 1973. Secretaría CITES. Consultado en https://cites.org/
30) Convenio 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes. 1989. Organización Internacional del Trabajo (OIT). Consultado en https://www.ilo.org
31) Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación. (1989; textos y enmiendas en la Secretaría del Convenio de Basilea). Consultado en http://www.basel.int
32) Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para la protección de aves migratorias y de mamíferos cinegéticos (Convenio de

Aves Migratorias / Mammal Migratory Bird Treaty). (Texto histórico; firma/ratificación y depósito en SRE/DOF—consultar texto en la SRE/DOF). SRE / DOF. Consultado en https://www.gob.mx/sre

33) Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD). (1992; texto y ratificación en la secretaría del Convenio). Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Consultado en https://www.cbd.int/

34) Crump, M. L. 2003. Conservation of amphibians in the New World tropics. En: Semlitsch, R.D. (ed) Amphibian Conservation. Smithsonian Institution. (pp. 53-69). USA.

35) Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, 2002). (Documento final y declaraciones disponibles en la ONU). Naciones Unidas / UNCED archives. Consultado en https://www.un.org/ (documentos de la Cumbre

36) Deppe, J. L., y J. T. Rotenberry. 2005. Temporal patterns in fall migrant communities in Yucatan, Mexico. Condor. 107: 228-243.

37) Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2013, 3 de junio). Estrategia Nacional de Cambio Climático (publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 2013). Consultado en https://www.gob.mx/semarnat/documentos/estrategia-nacional-de-cambio-climatico

38) Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). 2012. Microcuencas (conjunto de delimitaciones / dataset citado por CONABIO). (Dataset 2012; referencia en metadatos). Disponible a través de metadatos de CONABIO / repositorios gubernamentales: https://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/cb_2015gw.html

39) Flores-Villela, O. 1993a. Herpetofauna Mexicana. Special Publications, Carnegie Museum of Natural History 17:1-73.

40) Flores-Villela, O. 1993b. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. In Biological diversity of Mexico: origins and distributions, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds). Oxford University Press, New York. p. 253-280.

41) Flores-Villela, O. y U. O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S467-S475.

42) Galindo-González, J., Guevara, S. y Sosa, V., 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. Conservation Biology, 14 (6): 1693-1703.

43) García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para las condiciones de la República Mexicana (publicación / ficha en la UNAM / Instituto de Geografía). Ed. UNAM (trabajos y memorias). Metadatos y ediciones consultables en: https://publicaciones.geografia.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/83 y recursos relacionados en https://www.igg.unam.mx/geoigg/biblioteca/archivos/memoria/ (consultado para la adaptación mexicana de Köppen)

44) Gibbons, J. W., D. E. Scott, T. R. Ryan, K. A. Buhlmann, T. D. Tuberville, B. S. Metts, J. L. Greene, T. Mills, Y. Leiden, S. Poppy y T. Winne. 2000. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. Bioscience, 50: 653-666.
45) Gobierno de México — Cámara de Diputados, Librería de Legislación. (Última reforma publicada en el DOF el 5 de junio de 2023). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) — texto vigente actualizado. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf
46) Hall.1981." The Mammals of North America. University of Kansas
47) Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. Oxford, UK. 851 p.
48) Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (s. f.). Carta de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250 000 (Serie VI) — metadatos y descargas. Consultado en la Biblioteca de Mapas del INEGI: https://www.inegi.org.mx/app/mapas/
49) Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2007. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2020 / México de un vistazo (edición 2020). Consultado en https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825168629
50) Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014. Guía para la interpretación de cartografía: Edafología. Escala 1:250 000. INEGI. Consultado en https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825231606.pdf
51) Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2005. Guía para la interpretación de cartografía geológica. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825231767/702825231767_1.pdf
52) Köhler, G. 2003. Reptiles of Central America. Herpeton Verlag. Germany.
53) Kunz, T. H., E. B. Arnett, W. P. Erickson, A. R. Hoar, G. D. Johnson, R. P. Larkin, M. D. Strickland, R. W. Thresher, and M. D. Tuttle. 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. Frontiers in Ecology and the Environment 5: 315–324.
54) Lee, J. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of Maya world. Cornell University Press, Ithaca NY. 402 pp.
55) Ley de Aguas Nacionales. (Última reforma publicada en DOF: 8 may. 2023; texto consolidado). Diario Oficial de la Federación / Cámara de Diputados. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf
56) Ley del Sector Eléctrico (LSE). Diario Oficial de la Federación / Cámara de Diputados. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LSE.pdf
57) Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Diario Oficial de la Federación / Cámara de Diputados. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf

58) Ley General de Cambio Climático. (Última reforma publicada en DOF: 15 nov. 2023; texto consolidado). Diario Oficial de la Federación / Cámara de Diputados. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf.
59) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). (Texto vigente; verificar última reforma en DOF). Diario Oficial de la Federación / Cámara de Diputados. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/
60) Ley General de Vida Silvestre (LGVS). (Texto vigente; consultar última reforma en DOF). Diario Oficial de la Federación. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGVS.pdf
61) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). (Última reforma publicada en DOF: 1 abr. 2024; texto consolidado). Diario Oficial de la Federación / Cámara de Diputados. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf
62) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR). (Texto vigente; verificar última reforma en DOF en la página de leyes consolidada). Diario Oficial de la Federación. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/
63) Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE). (s. f.; consultar DOF para la publicación y reformas). DOF / Cámara de Diputados. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/. Cámara de Diputados
64) Liner, E. A. 2007. A checklist of the amphibians and reptiles of Mexico. Occasional Papers of the Museum of Natural Science, Louisiana State University 80:1-60.
65) MacKinnon, B. 2005. Birds and Reserves of the Yucatan Peninsula. Amigos de Sian Ka'an A. C. México. 76 p.
66) Marrugan, A. E., 1998.Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, Londres.
67) Massei, G., R. J. Quy, J. Gurney, D. P. Cowan. 2010. Can translocations be used to mitigate human–wildlife conflicts? Wildlife Research 37: 428-439.
68) Mastofauna terrestre no voladora
69) Mastofauna voladora
70) Matteucci, D. S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.
71) Medellín, R. y Gaona O., 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. Biotropica. 31 (3): 478-485.
72) Molina-Ruiz, J y M. L. Tudela-Serrano. 2006. Identificación de impactos ambientales significativos en la implantación de parques eólicos. Un ejemplo en el municipio de Jumilla (Murcia). Investigaciones Geográficas (esp), 41: 145-154.
73) Navarro-Sigüenza, A. G., M. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. T. Peterson, H. Berlanga-García y L. A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 476-495. DOI:10.7550/rmb.41882
74) Neuweiler, G., 2000. The biology of bats. Oxford university press, Oxford.

75) Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Suplo. 85: S460-S466.
76) Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025–2030. (Publicación oficial en portal de la Presidencia / DOF; verificar fecha de emisión del PND 2025–2030). Presidencia de la República / DOF. Consultado en https://www.gob.mx/presidencia (sección Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030).
77) Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030. Presidencia de la República / DOF. Consultado en https://www.gob.mx/presidencia.
78) Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY). Gobierno del Estado de Yucatán. (2007, 10 de septiembre). Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (Decreto publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 10 de septiembre de 2007). Consultado en https://www.yucatan.gob.mx/docs/diario_oficial/diarios/2007/2007-09-10_1.pdf
79) Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY). Gobierno del Estado de Yucatán. (2018, 30 de noviembre). Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (Decreto publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 30 de noviembre de 2018). Consultado en https://www.yucatan.gob.mx/docs/diario_oficial/diarios/2018/2018-11-30_1.pdf
80) Ramírez SVL. 2005. Estructura de la comunidad de quirópteros en cavernas y cenotes de la antropogénica en la reserva ecológica Cuxtal, Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. 46p.
81) Ramírez, S., P. Meza-Ramos, M. Yánez-Muñoz y J. Reyes. 2009. Asociaciones interespecíficas de anuros en cuatro gradientes altitudinales de la Reserva Biológica Tapichalaca, Zamora-Chinchipe, Ecuador. Serie Zoológica, 4(5), 35-49.
82) Rappole, J. H., S. R. Derrickson y Z. Hubálek. 2000. Migratory Birds and Spread of West Nile Virus in the Western Hemisphere. Emerging Infectious Diseases. 6 (4): 319-328.
83) Rappole, J. H., y M. A. Ramos. 1994. Factors affecting migratory bird routes over the Gulf of Mexico. Bird Conserv. Int. 4: 251–262.
84) Reid, F. 2008. A field guide to mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press.
85) Robinson J.G K.H. 1986. Body size, diet and population density of neotropical forest mammals. American naturalist. 128(5): 665-680
86) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) / Diario Oficial de la Federación. (Publicado 30 de noviembre de 2000; última reforma publicada DOF 31 de octubre de 2014). 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. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MPCCA_311014.pdf

87) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) / Diario Oficial de la Federación. (Publicado 21 de septiembre de 2010; última reforma publicada DOF 31 de octubre de 2014). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MOE_311014.pdf
88) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) / Diario Oficial de la Federación. (Publicado 2 de junio de 2004; última reforma publicada DOF 31 de octubre de 2014). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MRETC_311014.pdf
89) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) / Diario Oficial de la Federación. (Publicado 29 de noviembre de 2000; última reforma publicada DOF 31 de octubre de 2014). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Auditoría Ambiental. Consultado en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MRETC_311014.pdf
90) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059, Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección, México. 78 pp.
91) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2018. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de mayo de 2018.
92) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2020. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de noviembre de 2020.
93) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2020. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de octubre de 2020.
94) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2005). NOM-052-SEMARNAT-2005. Características, procedimiento de identificación, clasificación y listado de los residuos peligrosos.
95) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2010). NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental — Especies nativas de México de flora y fauna silvestres — Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio — Lista de especies en riesgo.
96) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2011). NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica — Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

97) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2011). NOM-161-SEMARNAT-2011. Criterios para clasificar residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo.
98) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2021). NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.
99) Semlitsch, R. D. (ed.). 2003. Amphibian Conservation. Smithsonian Institution, USA. 324 p.
100) Servicio Meteorológico Nacional (SMN) — Secretaría de Gobernación / CONAGUA. (s. f.). Portal del Servicio Meteorológico Nacional (obtenido para datos climatológicos y series históricas). Consultado en https://www.gob.mx/smn.
101) Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide to Birds. National Audubon Society. New York. 544 p.
102) Vitt, L. J. y J. P. Caldwell. 2009. Herpetology, an introductory biology of amphibians and reptiles. 3rd Ed. Academic Press, Amsterdam. 270 p.
103) Whittaker, R.H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21: 213-215
104) Williams-Guillén, K., Perfecto, I. y Vandermeer, J., 2008. Bats Limits Insects in a Neotropical Agroforestry System. Science, 320, 69-70.
105) Young, B. E., S. N. Stuart, J. S. Chanson, N. A. Cox, y T. M. Boucher. 2004. Disappearing Jewels: The Status of NewWorld Amphibians.NatureServe, Arlington, Virginia. 55 pp.
106) Zug, G.R., L.J. Vitt y J.P. Caldwell. 2001. Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Academic Press. USA. 630 p.